T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

C EKSEN CAM TORNALAMA

Ankara, 2019

- Bu bireysel öğrenme materyali, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR 3
GİRİŞ 4
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 5
1. C EKSEN CAM TORNALAMA İÇİN AYARLAR 5
1.1. İki Boyutlu Parça Çizimi veya Hazır Parça Dosyasının Açılması 6
1.2 CAM Modülüne Geçiş 7
1.3 Setup Dosyası Oluşturma 7
1.3.1 Tezgâh seçimi ve ayarlarının yapılması 8
1.3.2 Operasyon tipinin seçilmesi 10
1.3.3 İş parçası sıfır noktası tanımlama 11
1.3.4 Z Ekseni güvenlik mesafeleri 14
1.3.5 İşlenecek model seçimi 14
1.3.6 Ayna Ayakları Konumu Ve Seçimi 15
1.4 Stock Seçimi 17
1.5 Post Process (NC kod oluşturma ayarları) 19
1.6 Kesici Tanımlama 19
1.6.1 Kesici arama yöntemleri 22
1.6.2.Kesici türleri 23
1.6.3 Kesici geometrisinin düzenlenmesi 24
1.6.4 Yeni kesici eklenmesi 25
1.6.5 Tutucu seçimi 25
UYGULAMA FAALİYETİ 27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 30
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 32
2. C EKSEN CAM TORNALAMA YÖNTEMLERİ 32
2.1 C Eksen Tornalma da Kullanılan Freze işlemleri 33
2.2. 2D Adaptive Clearing 34
2.2.1 Kesici Seçimi, Devir ve İlerleme Seçim Tablosu 36
2.2.2 İş Parçası Geometrisi Seçimi 36
2.2.3 Geometri Bölge Seçimi Türleri 37
2.2.4 Stock Kontur Seçimi 38
2.2.5 Tool Orientation 38
2.2.6 Heights (Yükseklik Ayarları) 39
2.2.7 Passes – Kesme Değerleri ve Geçişleri 41
2.2.8 Feed Optimization: İlerleme değeri uyarlamaları 44
2.2.9 Linking – Kesicinin Giriş ve Çıkış Hareketleri 45
2.3 2D Pocket 50
2.3.1 Tool - Kesici Seçimi 50
2.3.2 Geometry - İş Parçası Geometrisi Seçimi 51
2.3.3 Kesme Yükseklik Ayarları 52
2.3.4 Passes – Geçişleri 54
2.4 2D Contour 58
2.4.1 Tabs: Tırnak Yeri Bırakma 59
2.4.2 Heights (Yükseklik Ayarları) 60
2.5 Turning Drilling – Delik Delme 62
2.5.1 Tool- Kesici Seçimi 62
2.5.2 Geometry – Delik Bölgelerinin Seçimi 64
2.5.3 Passes- Geçiş Seçenekleri 65
2.6 Takım Yolu Simülasyonu 66

2.7 Post Processing NC-Code (G kodları oluşturma) 68
2.8 Setup Sheet (NC rapor çıktısı alma) 70
UYGULAMA FAALİYETİ 71
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 79
CEVAP ANAHTARLARI 81
KAYNAKÇA 82

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Makine Teknolojisi/Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Bilgisayarlı Makine İmalatı**
MODÜLÜN ADI	**C Eksen CAM Tornalama**
MODÜLÜN TANIMI	CAM programlarını kullanarak çizilen parçaların takım yollarının oluşturularak Torna tezgâhında daha hızlı ve verimli bir şekilde üretilebilmesini sağlamak için gerekli öğrenim materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	10 Sınıf alan ortak modüllerini, CAM Programında İki Boyutlu Çizim, CAM Programında Üç Boyutlu Çizim, modüllerini almış olmak.
YETERLİK	CAM Tornalama Yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında bu modül ile öğrenci; CAD/CAM programlarını kullanarak işleme parametrelerini oluşturabilecek ve CNC Torna tezgahlarına dosya aktararak parça imalatı yapabilecektir. **Amaçlar** **1.** CAD/CAM torna programlarını kullanarak iş parçası tanımı yaparak menüleri kullanabilecektir. **2.** CAD/CAM programlarını kullanarak operasyonlara göre Torna cam ile kesici yolları oluşturarak, işleme ayarları ve simülasyon yapabilecektir
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Bilgisayar laboratuarı **Donanım:** CAD/CAM programı, projeksiyon, tepegöz, örnek modeller, çeşitli ölçme ve kontrol aletleri.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gelişmiş toplumların temelini sanayileşme oluşturmaktadır. Teknolojinin son hızla ilerlemesi ile beraber sanayileşmede ilerlemektedir. Bugün ve gelecekte sanayileşmiş ve modernleşmiş toplumlar içerisinde kendi ülkemizde görebilmek için teknoloji yakından takip edilmeli ve sanayileşmeye yönelik çalışmalar arttırılmalıdır.

Ülkemizde makine alanındaki sanayileşmeye yönelik gelişmelerin temelini CNC ve CAD/CAM sistemlerinin oluşturduğunu söyleyebiliriz. CNC tezgâhlar üniversal tezgâhlarla işlenmesi zor ve karmaşık olan parçaları işlemekte böylece üretim süresini kısaltmakta, hassasiyeti ve kaliteyi artırarak teknolojik gelişmelere katkıda bulunmaktadır.

CAM programları ise; CNC tezgâhlarda programlanamayan karmaşık şekilli parçaları işleyebilmek ve takım yollarını oluşturabilmek için kullanılmaya başlanmıştır. CAM programları; üretimde hata riskini azaltarak, daha hızlı üretim yapmayı ve daha kaliteli ürünler elde etmeyi olanak sağlar.

Bilgisayar destekli imalat programı şu anda birçok işletme tarafından kullanılmaktadır. İşletmelerin taleplerine göre bu işin özellikleri sürekli geliştirilmekte ve kullanım alanları artmaktadır. Hızla ilerleyen ekonomik gelişmeler ve endüstriyel ilişkiler, iş dünyasında uzman personel istihdamını etkin hale getirmiştir. İşletmeler her seviyede eğitilmiş personele ihtiyaç duymaktadır. Üretim sektöründe de sadece CNC tezgâhlarının ve CAD/CAM sistemlerinin olması yeterli değildir. Bu sistemleri verimli kullanacak kalifiye elemana olan ihtiyaç en az bu sistemler kadar önemlidir.

Modülün amacı, CNC torna tezgâhlarını daha verimli çalıştırabilmek için CAM programlarını kullanarak programlamayı öğretmektir. Bu modülün sonunda, CAM programı ile CNC 2 eksen ve C eksen torna tezgâhların da üretilecek parçaların takım yollarını oluşturabilecek ve işleme ayarlarını yapabileceksiniz. G kodlarını yani CNC programlama kodlarını çıkarıp simülasyon yapabilecek yeteneğine sahip olabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında bu modül ile öğrenci; CAD/CAM programlarını kullanarak işleme parametrelerini oluşturabilecek ve CNC torna tezgahlarına dosya aktararak parça imalatı yapabilecektir.

ARAŞTIRMA

- Herhangi bir CAD/CAM programında C eksen torna tezgâhlarında takım yollarını çıkarmaya uygun parçalar çiziniz.
- CNC torna tezgâhlarında programlama mantığı hakkında bilgi toplayınız.
- Bölgenizde bulunan sanayi kuruluşlarında kullanılan CNC torna tezgâhlarını ve CAM programlarını araştırınız.

Bu modülün hazırlanmasında Fusion 360 programı kullanılmıştır. Bu program tüm öğrenciler öğretmenler ve eğitim kurumları için ücretsizdir ve lisansı aşağıdaki linkte yer alan adımlar izlenerek ücretsiz temin edilebilir: http://www.tasarimveteknik.com/fusion360-kurulumu/

1. C EKSEN CAM TORNALAMA İÇİN AYARLAR

Silindirik şekle sahip iş parçalarının işlenmesinde CNC veya klasik torna tezgâhları kullanılır. C eksen tornalama denmesinin sebebi; takımın X ve Z eksenlerinin yanısıra kendi ekseninde de dönerek iş parçası üzerindeki freze işlemi ile talaş kladırılacak bölgerin işlenmesidir. Başka bir tezgâha ihtiyaç duymadan sadece torna tezgâhında freze ve işleme merkezi tazgahlarına ait işlmeler tamamlanabilir. Hem zaman hemde işçilikten tasarruf edilerek parçanın imalatı yapılmış olur. X ekseninde silindirik parçanın çapından Z ekseninde ise silindirik parçanın boyundan talaş kaldırma işlemi yapar. CNC torna tezgâhlarında normal C eksen işleme operasyonlarında Y ekseninde hareket olmaz. Tezgâhın özelliklerinde Y ekseni haketi varsa bu duruma göre de C eksen işlemler yapılabilir. Özel amaçlı üretilen değişik tip çoklu eksenli tezgâhlarda torna ve freze tezgâhı karışımı tezgâhlara tüm eksenlerin kullanıldığı parçlar üretilir. CAM programında otomatik olarak 2 eksenli torna tezgâhlarında CNC kodlarını çıkarabilmek için önce parça profilinin 2 veya 3 boyutlu olarak çizilmiş olması gerekir.

C ekseni; daha çok torna tezgâhında frezeleme işlemlerini yapmak amacı ile kullanılır. Parça üzerinde veya alın kısmında; frezeleme, kanal açma, delik delme, çeşitli helisel kanallar açma gibi işlemler C eksenli torna tezgâhlarında yapılan işlerden bazılarıdır.

CNC Torna tezgâhına C eksen takım yollarını oluşturmak için işlem sırası şöyledir;

- Önce işlenecek parçanın şekli 2 veya 3 boyutlu olarak çizilir.
- Parçayı işlemek için önce **Manufacture** (CAM) modülene geçilmelidir.
- **Setup** sekmesi tıklanarak **New Setup** seçilir. Burada makine tipi olarak **Generic Mill-Turn Lathe** (Torna) seçilir. Bu kısımda parçanın;

- **Stock Setup** (Ham parça) tanımlaması yapılır.
- **Toolpath** dan (Takım yolları) operasyon tipi seçilir.
- **Work Coordinate System** yani iş parçası Sıfır noktası tanımlanır.
- **Torna aynası tipi seçimi** yapılır.
- **Safe Z (Z** ekseni Güvenlik mesafesi) seçimi yapılır.
- **Post process** (Takım yolu ayarları) yapılır.

➢ Parçanın şekline uygun işleme stratejisi seçilir.(Profile,Kanal frezeleme,Delik delme, Groove, veya Face gibi) Bu sekmede aşağıdaki seçenekler belirlenir.

- Parçanın şekline uygun kesici ve parametreler belirlenir.
- Parça geometrisi seçilir.
- İşleme yükseklikleri seçilir.
- Kesme ayarları yapılır
- Kesicinin parçaya giriş ve çıkışları ayarlanır.

➢ Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simulasyonu izlenir.

➢ Post alma yani CNC kodlarını (G Kodu) çıkarma işlemine geçilir.

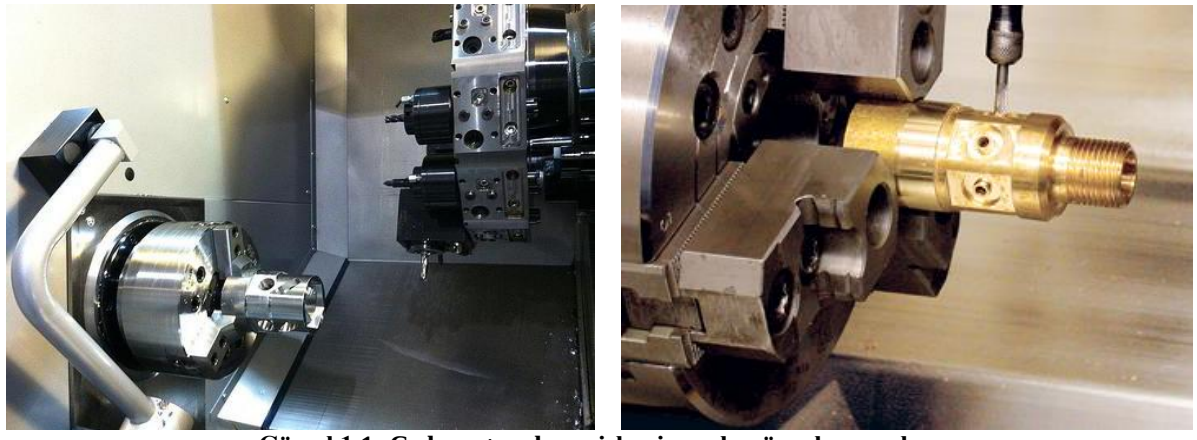
➢ Çıkarılan G kodları tezgâha aktarılır ve parçanın bu kodlara göre işlenmesi sağlanır

1.1. İki Boyutlu Parça Çizimi veya Hazır Parça Dosyasının Açılması

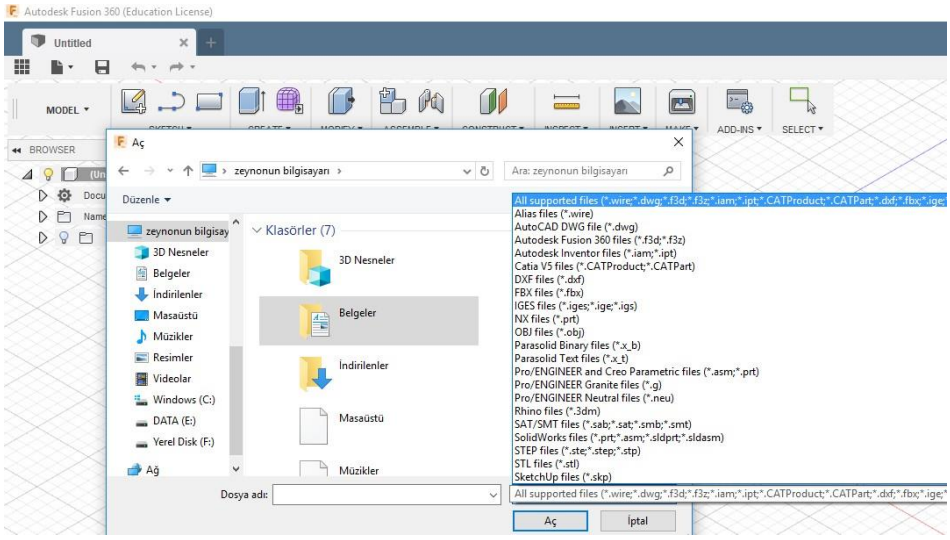
CAM programlarında torna uygulamaları için, kendimiz CAM programında işlenecek parçayı çizebileceğimiz gibi başka bir CAD/CAM programda çizilmiş parçayı kullandığımız programa aktarabiliriz.

Başka bir CAD/CAM programda çizilmiş parça dosyasını transfer ederken kabul edilebilir dosya uzantılarında kaydetmemiz gerekir. Unutulmamalıdır ki her program bir başka programda çizilen dosyayı açmayabilir. Bunun için dosya uzantısını değiştirmemiz gerekebilir. Genellikle 2 boyut çizimlerin saklanmasında **DXF**, **DWG** uzantıları, 3 boyut çizimlerin saklanmasında ise; **STEP, PARASOLİD, IGS, STL** ve **SAT** uzantıları kullanılmaktadır. Ayrıca Fusion 360, **Catia, Solidworks, Unigraphics NX** dosyalarını dosya formatını değiştirmeden açabilmektedir.

Hazır parça dosyasının açılması için program penceresindeki **File'**den **Open** seçilerek daha önce çizilen parçalar CAM programına çağrılır. Farklı uzantıda dosya varsa dosya türü penceresinden çağıracağımız dosyanın uzantısı bulunarak dosya çağrılır. Daha sonra bu dosya CAM programında açılır.



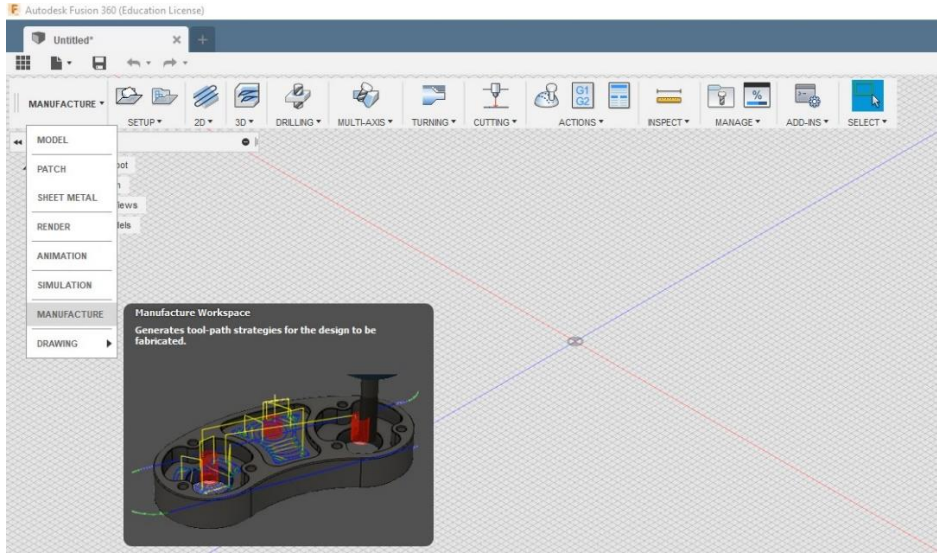
Görsel 1.1: C eksen tornlama işlemi yapılan örnek parçalar.



Görsel 1.2: Farklı dosya uzantısının açılması

1.2 CAM Modülüne Geçiş

Fusion 360 da Manufacture modülü CNC freze, CNC torna, Lazer kesim, Plazma ve Su jeti kesimlerini içerir. Bu özelliği ile imalat yöntem alternatifleri de sunar. Fusion 360 programı açıldığında karşımıza gelen modül seçimlerinden **Manufacture** seçilir.



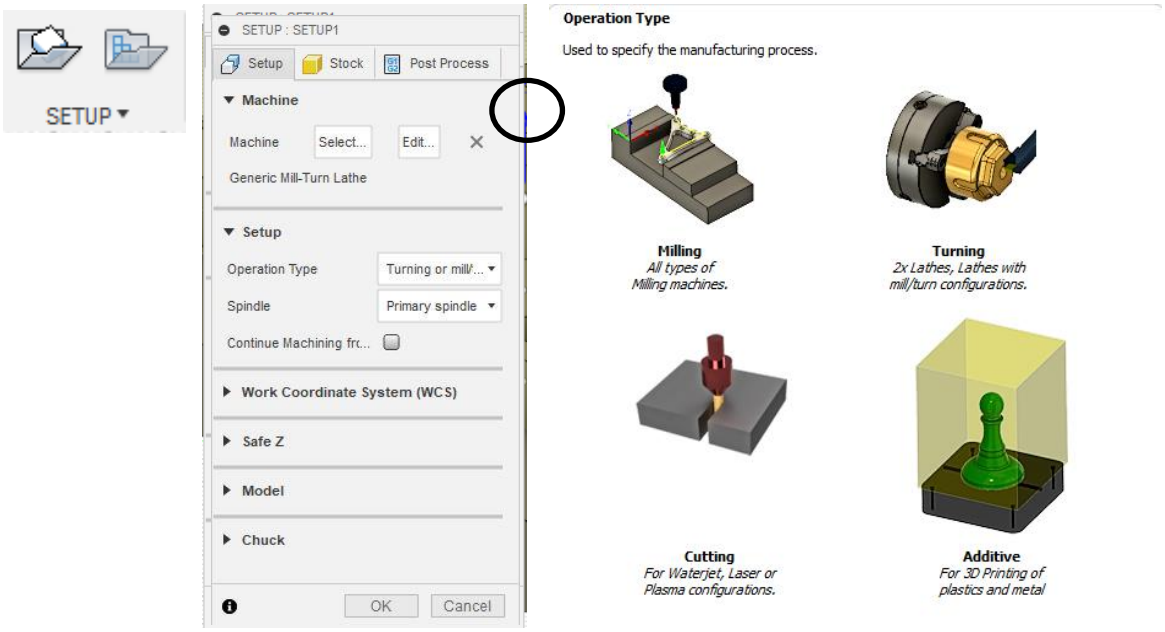
Görsel 1.3: Manufacture (CAM) modülüne geçiş

1.3 Setup Dosyası Oluşturma

Fusion 360 programında takım yolu oluşturmak için ilk işlem Program ekranında yer alan SETUP sekmesini tıklanır. Yapılacak işe göre yeni veya ilave bir SETUP dosyası oluşturulması gerekmektedir. Bu kısımda

- Tezgâh seçimi
- Seçilen tezgâhın ayarları,

- Operasyon tipi,
- İş parçası sıfır noktası tanımlama,
- Z ekseni güvenlik mesafeleri
- İşlenecek parça veya parçaların seçimi,
- Torna tezgâhı aynası tipi seçimi yapılır.



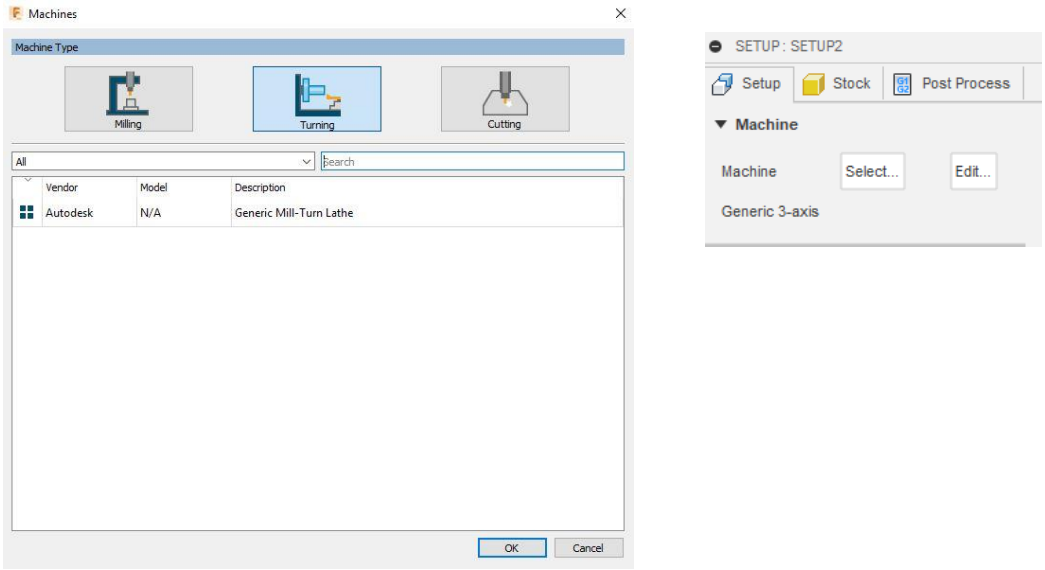
Görsel 1.4: Setup seçim menüsü, Operasyon tipleri ve Edit ile düzenleme

1.3.1 Tezgâh seçimi ve ayarlarının yapılması

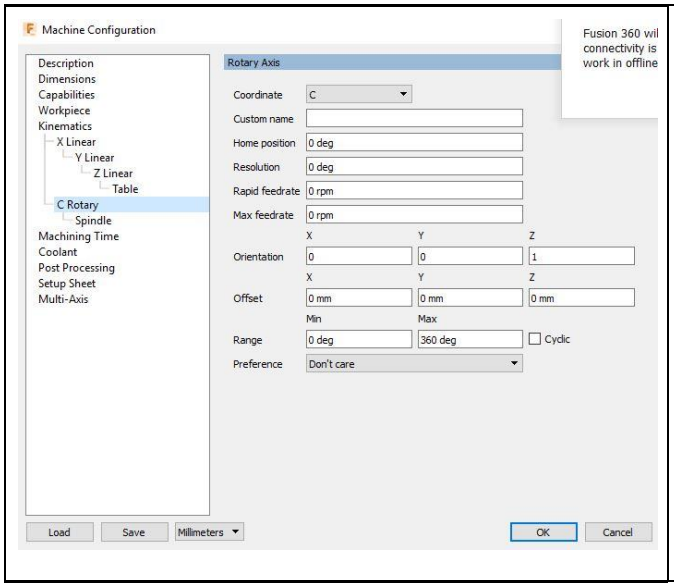
İşlenecek iş parçasına göre tezgah seçimi setup menusünün altındaki MACHINE sekmesinden yapılır. SELECT sekmesi tıklandığında ekrana Görsel1.4 de görülülen Makine tipleri gelir. Makine tipi seçildikten sonra OK tıklanır. Bu işlem yapılmadan Makine Ayarları için gereken EDIT butonu ekrana gelmez. Burada yapılan tanımlamalar CAM işlemi sonunda elde edilecek NC kodlara yansıtılır. Seçim sonrası EDIT butonu tıklandığında Tezgah ayar seçenekleri ekrana gelecektir. Görsel 1.4 de EDIT seçenekleri kullanılarak istenilen makine ayarları yapılır. Makina ayarlarında hangi eksenleri döner eksen olduğu bilinmelidir. **Görsel1.5** deki tablodan tezgâh eksenlerine göre döner eksenler seçilmelidir.

Temel Eksenler	Yardımcı Doğrusal Eksenler	Yardımcı Döner Eksenler
X	U	A
Y	V	B
Z	W	C

Görsel 1.5: Cnc tezgâhlarındaki eksenler



Görsel 1.6: Tezgâh tipi seçim menüsü



Coordinate: Yardımcı dönel eksen

Custom name: Ayarlama Adı

Home position : Başlangıç nokatası Açısı

Resolution: Dönen eksen açısı

Rapid feedrate: Hızlı ilerleme

Max feedrate: Max ilerleme

Orientation: Yardımcı eksenin ana eksenlere uyumu

Offset: Eksen çalışma ofsetleri

Range: Dönme mesafesi

Preference: Döndürme ekseni yön tercihleri (pozitif veya negatif yönde)

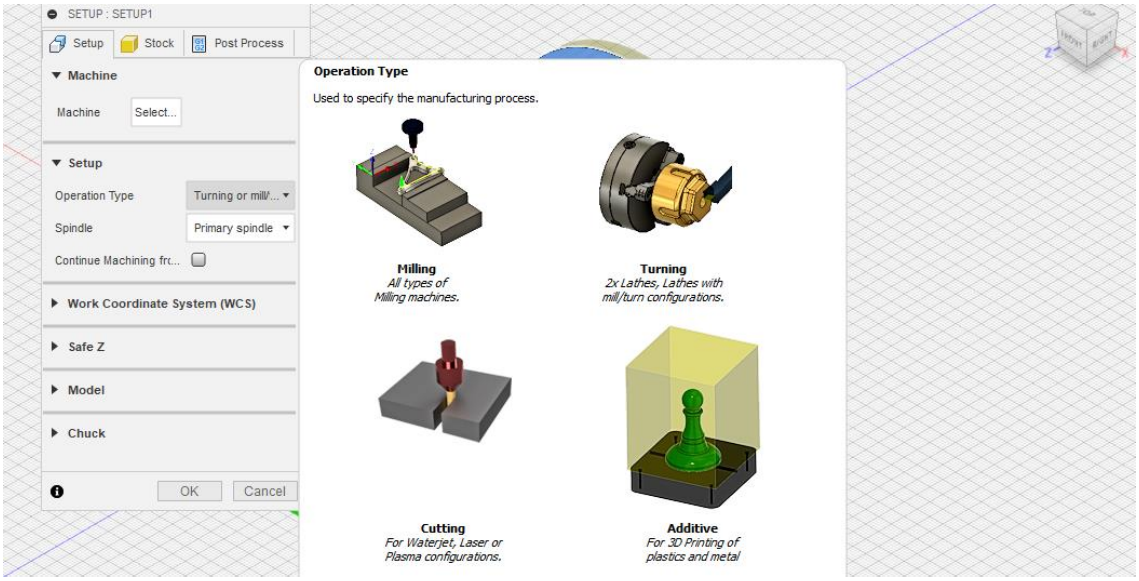
Görsel 1.7: C eksen ayar menüsü

1.3.2 Operasyon tipinin seçilmesi

Fusion 360 da iş parçasına göre veya yapılacak işleme yöntemine göre operasyon seçimi yapılabilir. Bu operasyonlar aslında tezgâh tipini de belirleyen bir seçim olacaktır. Operasyon çeşitliliğinin fazla olması değişik imalat yöntemleri ile imalat yapma kabiliyetini artırmaktadır.

Bu sekmede bulunan operasyon tipleri;

- Milling – Frezeleme
- Turning & Mill and Turn – Tornalama ve C eksen Torlama
- Cutting – Sujet, Plazma veya Lazer kesim
- Addivite - Metal veya Plastik 3D printer

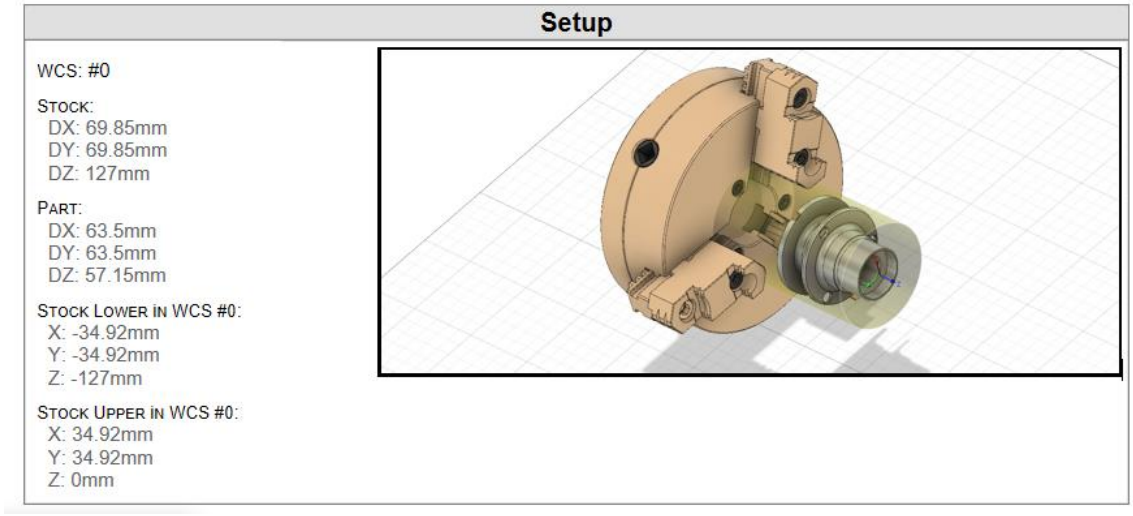


Görsel 1.8: Makine Edit sekmesi seçim menüsü

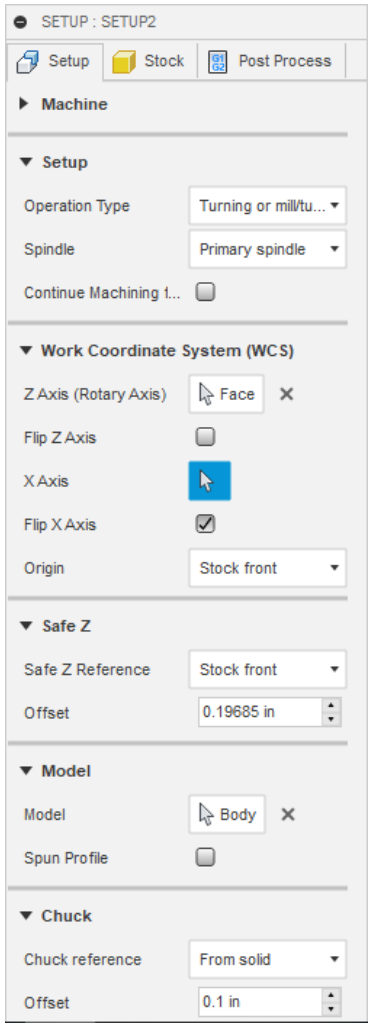
1.3.3 İş parçası sıfır noktası tanımlama

İş parçası sıfır noktası seçilen operasyona göre değişiklik gösterir. Torna için bu işlem yapıldığında CAM işlemi için gerekli olan X,Z eksenleri doğru tanımlanmalıdır. Genellikle iş parçasının ayna ayaklarının dışında kalan alın bölgesi seçilebilir. Bu seçim de parçanın daha önceki imalat yöntemi veya piyasadan alınma tipi belirleyici olur.

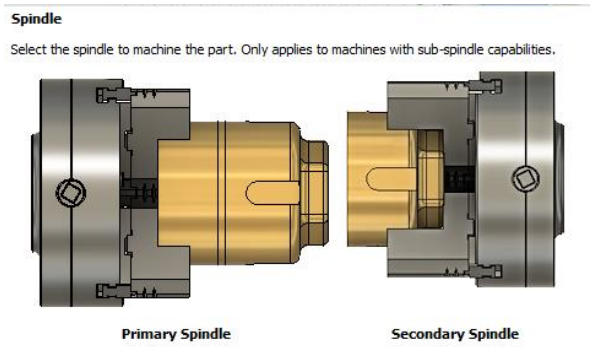
Döküm ve üst yüzey kısımları formlu parçalar için sıfır noktasının toz paso olarak tanımlanan sıfır alın tornalama işleminden sonra seçilmesi doğru olacaktır. İş parçası sıfır noktası seçimin yanlış veya tezgâh operatörü tarafından eş ve benzer tanımlama yapılmadığında iş kazası olması kesindir. Bu işlem tezgâhta yapılmadan önce **SETUP SHEET** çıktısı alınarak operatörün tezğah başında buna göre sıfırlama yapılması sağlanmalıdır. **Görsel 1.9** da yapılan CAM işleminde tanımlanmış sıfır noktası görülmektedir.



Görsel 1.9: Setup Sheet ile elde edilen operatör bilgilendirme raporu



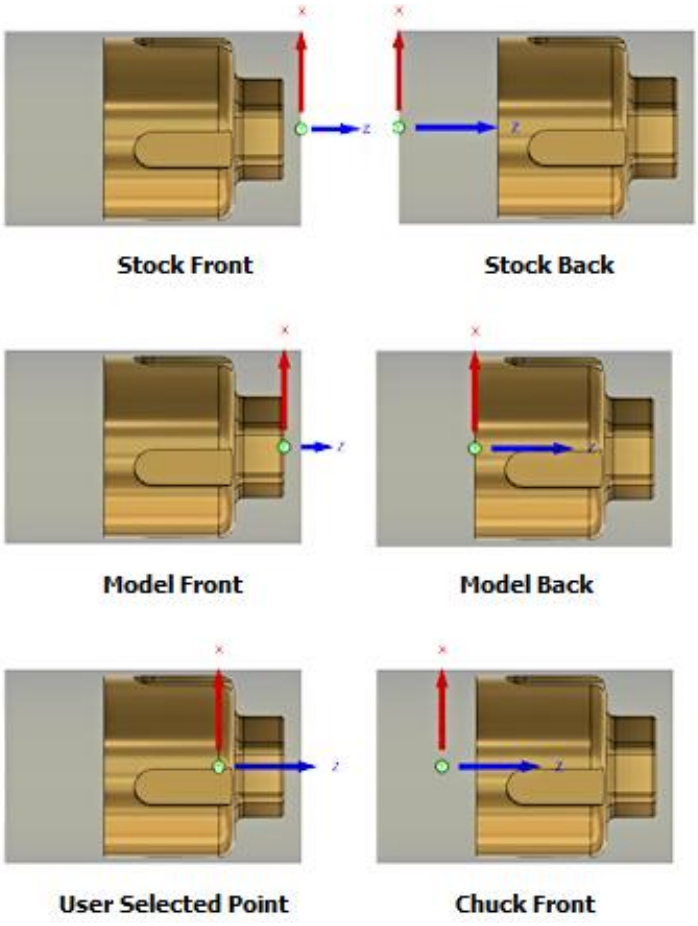
Setup: Tezgâh ve Ayna pozisyon seçimi bu sekmeden yapılır. Torna cam için Turning seçeneği seçilir. Tornatezgahı aynasının konumunun seçimide Spindle seçeneğinden gerçekleşir. Klasik torna tezgâhlarındaki gibi bir seçim durumu var ise Primary (Birincil konum) belirlenir.



Görsel 1.10: Ayna pozisyonu seçimi

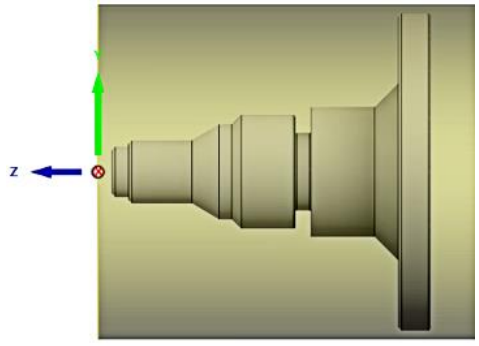
Work Coordinate System (WCS): İş parçası sıfır noktasının tanımlandığı bölümdür. Z ve X eksenin seçimi yapılır. Şayet eksen takımının yönü tesr ise Flip X Axis veya Flip Z axis seçeneği aktiflenerek değişimi yapılır.

Bu bölümde ayrıca belirlenen kütüğe ve iş parçasına göre 6 tip sıfır noktası tanımlama seçeneği vardır.



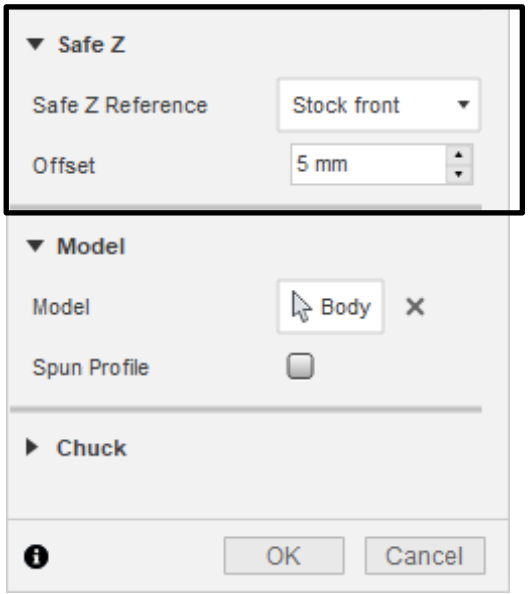
Görsel 1.11: İş parçası ve kütük konumuna göre sıfır noktası seçimi

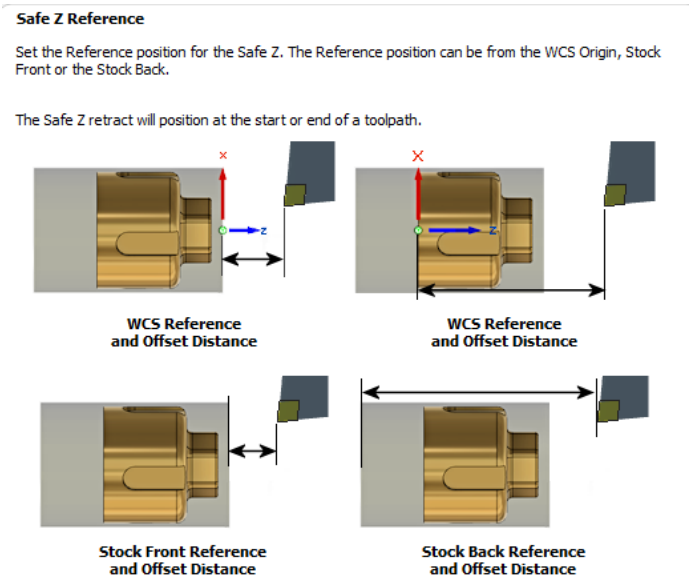
- **Stock Front:** Sıfır noktası kütüğün önünde
- **Stock Back:** Sıfır noktası kütüğün arkasında
- **Model Front:** Sıfır noktası iş parçasının önünde
- **Model Back:** Sıfır noktası işparçasının arkasında
- **User Selected Point:** Kullanıcı tanımlı bir noktaya göre sıfır nokatasu tanımlama
- **Chuck Front:** Sıfır nokatası torna ayna ayaklarının önünde



Görsel 1.12: İş parçası Referans (Sıfır) noktası seçimi

1.3.4 Z Ekseni güvenlik mesafeleri





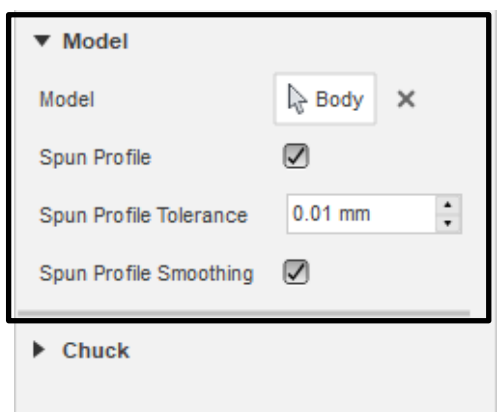
Bu bölümde torna kalemlerinin iş parçasına Z ekseninde güvenli mesafede yaklaşma ve uzaklaşma değerlerini tanımlatılır.

WCS REFERENCE AND OFFES DISTANCE: İş parçası sıfır noktasına göre tanımlanan değer kadar torna kaleminine parçaya ilk yaklaşmada güvenli mesafe verir.

STOCK FRONT REFERENCE AND OFFES DISTANCE: İşlenmemiş kütük (stock) parçasının seçilen alın (ön kısım) yüzeyine göre tanımlanan değer kadar torna kaleminine parçaya ilk yaklaşmada güvenli mesafe verir.

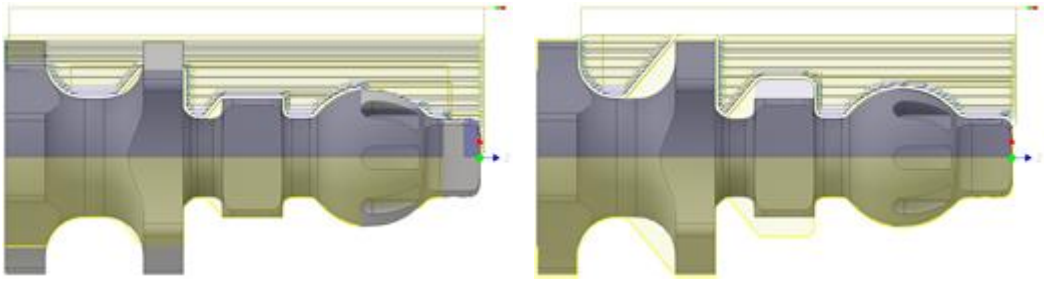
STOCK BACK REFERENCE AND OFFES DISTANCE İşlenmemiş kütük (stock) parçasının seçilen arka yüzeyine göre tanımlanan değer kadar torna kaleminine parçaya ilk yaklaşmada güvenli mesafe verir.

1.3.5 İşlenecek model seçimi



İşlenecek parçasının seçimi yapılır.

Spun Profile: Bazı torna parçalarının daha sonraki işlemlerde freze veya özel tornalama işlemleri gerektirebilir. Bu gibi durumlarda, frezeleme başlamadan önce tornalanacak profili freze işlemi için değişikliğe uğratır. Torna parçasının X ekseni boyunca 2B çizim profili oluşturarak freze işlemi için talaş payı bıramkmaya olanak tanır, bu daha sonra öezl tornalama için de kullanılabilir bir talaş miktarı olabilir.



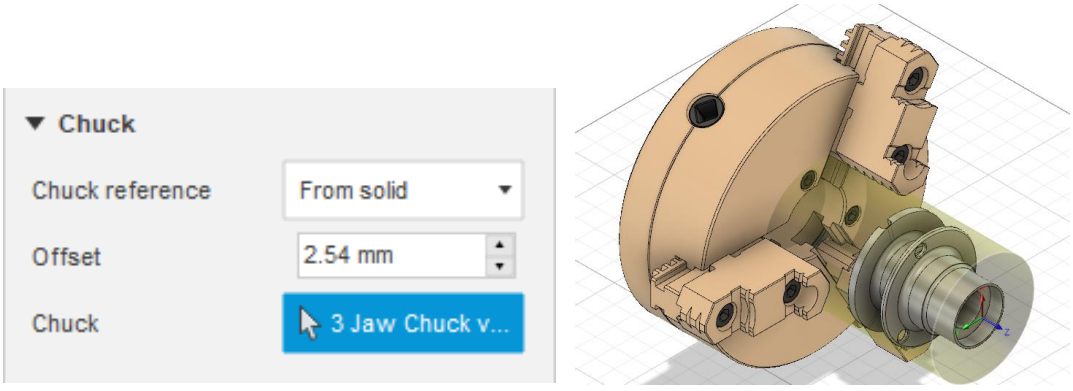
Spun Profile Kapalı *Spun Profile Açık*

Görsel 1.13: Z Axis/Plane & Y Axis Seçeneğine göre sıfır noktası seçimi

Spun Profile Tolerance: özel işlemler için değiştirlmiş profilin üretimi için işleme toleransı belirtir.

Spun Profile Smoothing: Profili düzeltmek ve yumuşatmak için atkiflenir.

1.3.6 Ayna Ayakları Konumu Ve Seçimi

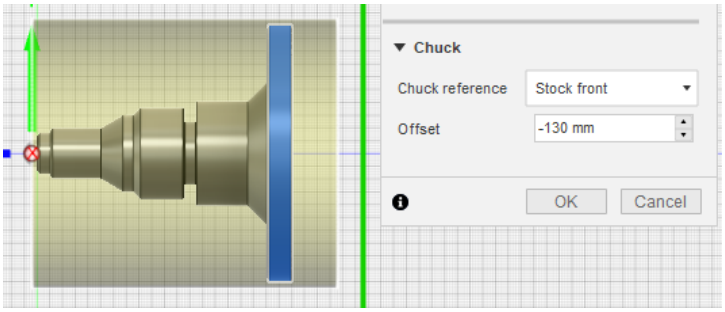


Bu bölümde sanal olarak oluşturrulacak bir mesafe durumu vardır. Torna aynası ayakları ile iş parçasının işleme bitiş bölgesinin mesafesi belirlenir.

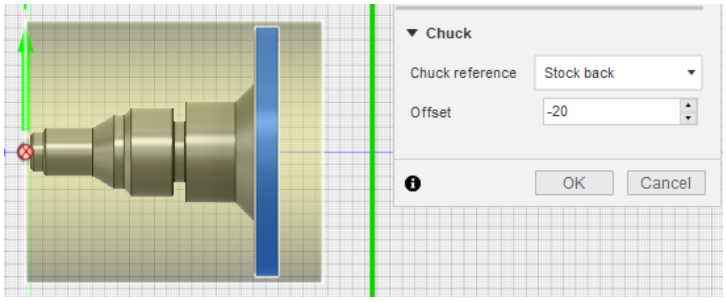
Chuck Reference: Bu bölümünde iş parçasının konumuna göre sıkma bölgesinin yeri tanımlanır.

Offset **:** iş parçası ile sıkma bölgesi arasındaki mesafesiyi tanımlanır.

Chuck: Chuck Reference sekmesinden from solid seçeneği aktif edildiğinde Ayna veya ayna ayakları gibi sıkma düzeneği seçimi için bu bölge ortaya çıkar. Önceden çizilen ve montaj ortamında iş parçası ile uygun şekilde monte edilen torna aynası veya ayakları tanımlanmış olur.

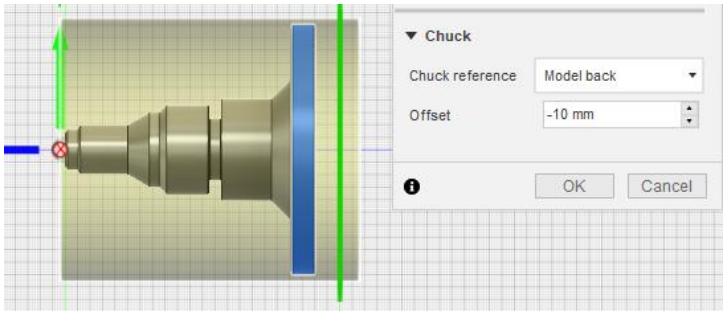


Stok parçasının önünden ofset verme işlemi

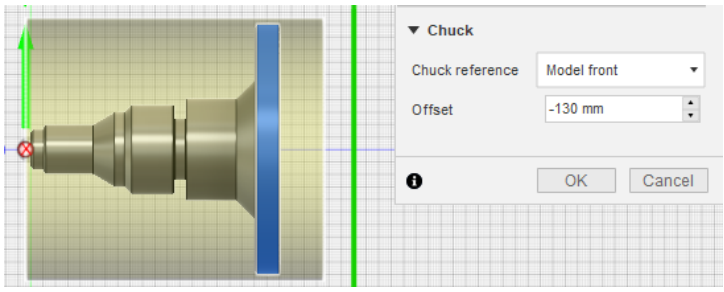


Stok parçasının arka tarafından ofset verme işlemi

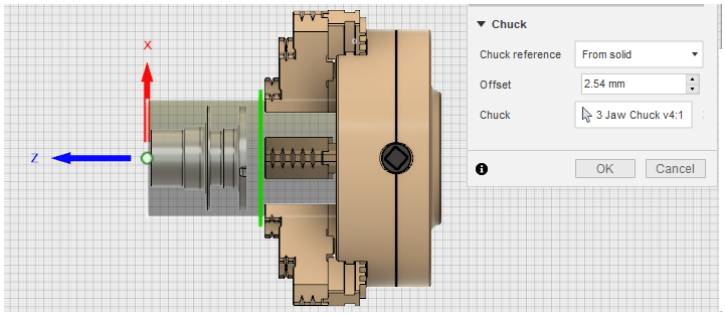
Stok parçasının arka tarafından ofset verme işlemi



Model parçasının arka tarafından ofset verme işlemi



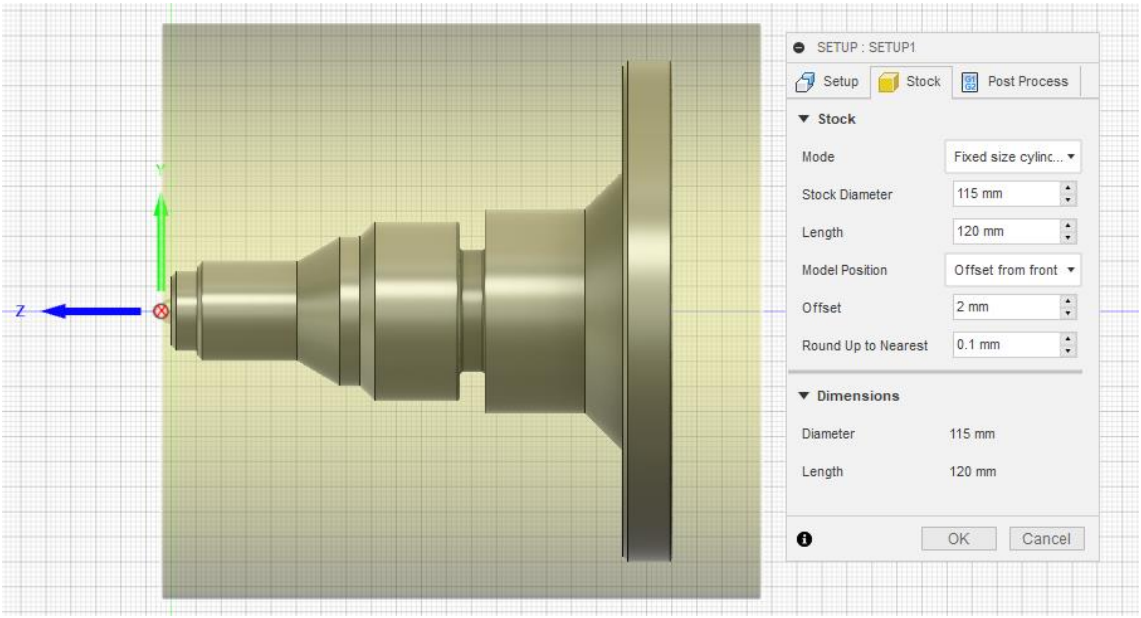
Model parçasının önünden ofset verme işlemi



Katı model olarak çizilmiş ve iş parçası ile monte edilmiş torna aynasının seçimi ve sıkma ayakların önünden ofset verme işlemi

1.4 Stock Seçimi

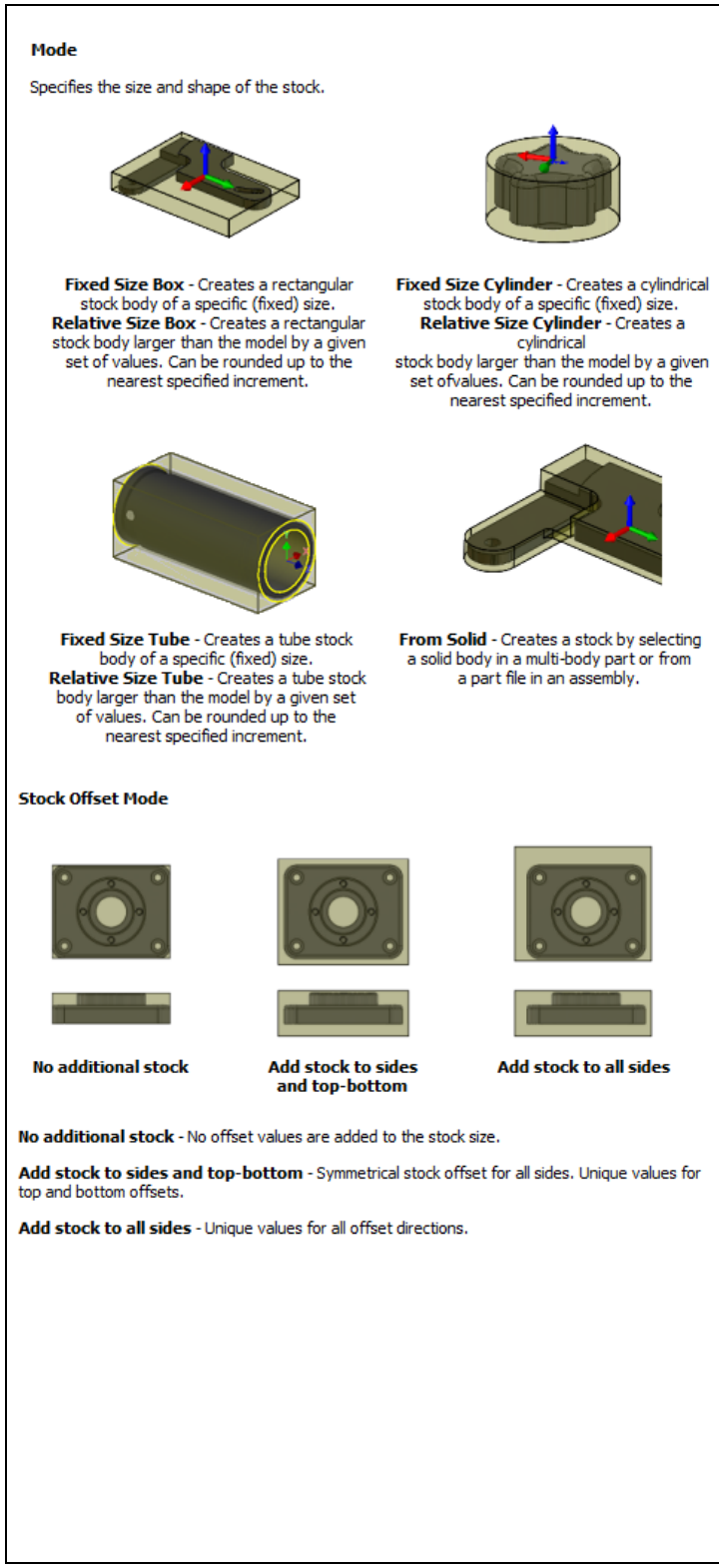
Tasarlanan modeller için kütük (ham) parça oluşturmak için kullanılır. Kütük boyutlarının ve görünümünün ayarlarının yapıldığı kısımdır.



Görsel 1.14: Stock seçim menüsü

➢ **Fixed Size Cylinder Mode:** Sabit ölçülü silindirik stok atama

- **Stock Diameter** – Oluşturulacak stok çapı.
- **Length** – Oluşturulacak stok boyu
- **Model Position: Offset from front** – Stok önünden ofset – Stok parçasını, modelin ön yüzü ile aynı hizada olacak şekilde konumlandırır.
- **Model Position: Center** – Modeli stok ile ortalayıp eşit boşluk payları bırakır.
- **Model Position: Offset from back** – Stok arkasından ofset – Stok parçasını, modelin arka yüzü ile aynı hizada olacak şekilde konumlandırır.



Stok seçim yöntemleri

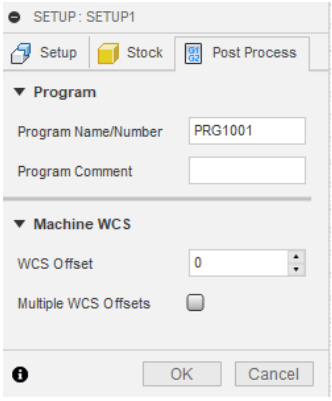
Fixed Size Box: İş parçasını dış ölçülerine göre bir dikdörtgen prizmanın içine sığdırarak stock oluşturur.
Relative Size Box: İş parçasının dış ölçülerine göre istenildiğinde değişken yükseklikte dikdörtgen prizma ile stock oluşturur.
Fixed size Cylinder: İş parçasını dış ölçülerine göre bir silindirin içine sığdırarak stock oluşturur.
Relative size Cylinder: İş parçasının dış ölçülerine göre istenildiğinde değişken yükseklikte Silindir ile stock oluşturur.
Fixed size Tube: İş parçasını dış ölçülerine göre bir Tüp içine sığdırarak stock oluşturur. (Stok içerisinde istenildiğinde delik oluşturur.)
Relative Size Tube: İş parçasını dış ölçülerine göre değişken yükseklikte bir Tüp içine sığdırarak stock oluşturur. (Stok içerisinde istenildiğinde delik oluşturur.)
From Solid: İş parçasının kendisini veya başka bir parçayı stock olarak kabul eder.

Stok offset ayarları

No additional stock: İş parçasının en dış ölçülerini referans alır ve ilave bir fazlalık eklemez.
Add stock to sides and top – bottom: İş parçasının en dış ölçülerini referans alır ve iş parçasının alt ve üst yüzeylerine ilave bir fazlalık ekler.
Add stock sides: İş parçasının en dış ölçülerini referans alır ve iş parçasının yan yüzeylerine ilave bir fazlalık ekler.

Görsel 1.15: Stock seçim yöntemleri

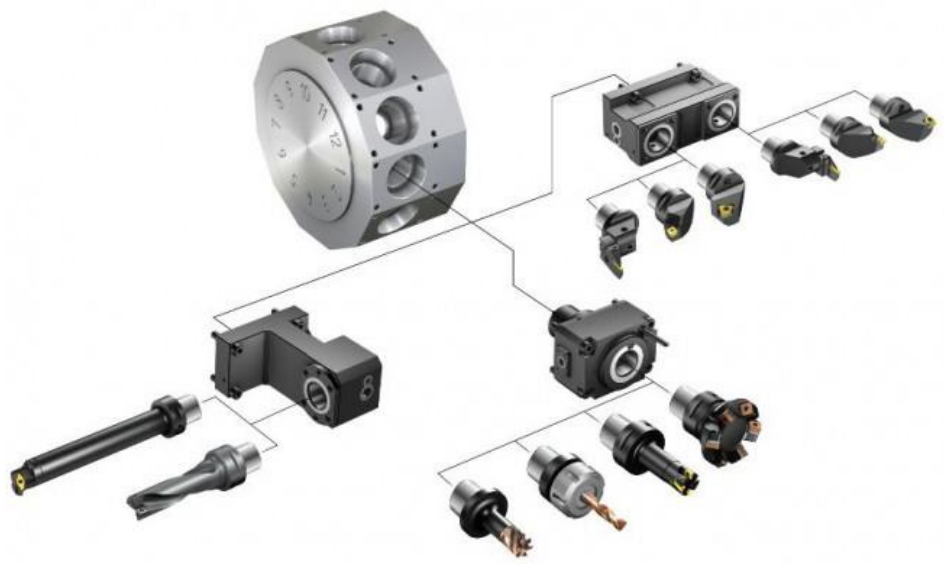
1.5 Post Process (NC kod oluşturma ayarları)



Cnc tezgâhları için gerekli olan NC kodların oluşturulması öncesinde Post Process sekmesinde ayarlamalar yapılmalıdır. Bunlar ;

- Program numarası
- Program açıklaması
- Makine sıfır nokatası (G54 , G55)

1.6 Kesici Tanımlama

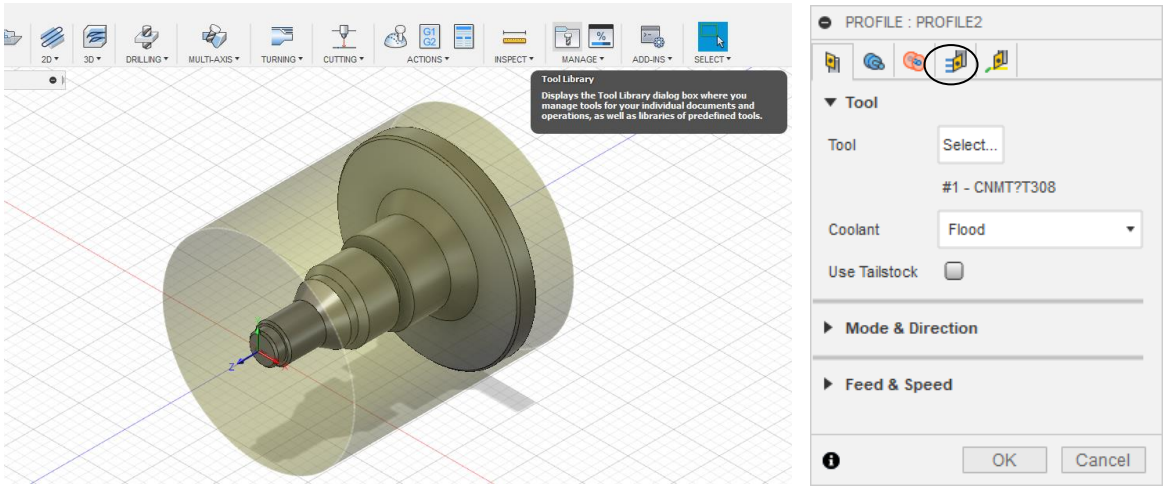


Görsel 1.16: Kesicilerin özelliklerine göre tarete dizilişleri

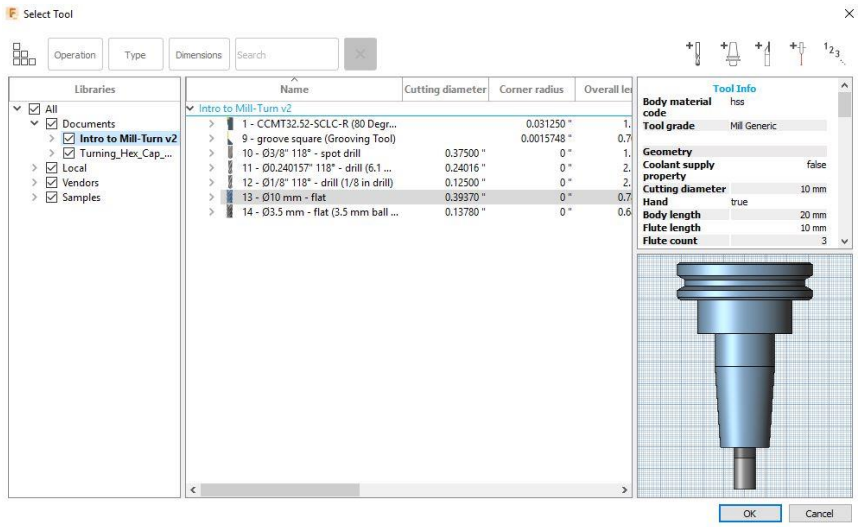
C tornalama kesici ucları seçerken dikkate alınması gereken birçok parametre bulunmaktadır. İyi bir talaş kontrolü ve işleme performansı elde etmek için kesici uç geometrisini, kesici uç kalitesini, kesici uç şeklini, kesici uç boyutunu, köşe radyüsünü ve giriş (boşluk) açısı dikkate alınmalıdır. Kullanılan kesiciler freze ve delik delme işlemlerinde kullanılan kesiciler olduğundan kesici seçim kriterleri cnc freze tezgâhındaki kriterlerle aynıdır. Bu işlemlerde kesici boyu çok önemlidir. Taret ve kater yükseklikleri her çapta işin yapılmasına olanak sağlamayabilir. Çarpma ve talaş kontrolü mutlaka yapılıp dikkate alınmalıdır.

Fusion 360 programında 2 farklı alanda kesici takım tanımlaması yapılabilir. İlk yol ana ekranda yer alan tool library ikonu ile seçimdir. İkinci yol ise işleme yöntemlerinin bulunduğu pencere içerisindeki kısımdır. Kesici seçiminde Mill- Turn seçeneği altındaki kesiciler seçilmeli ve

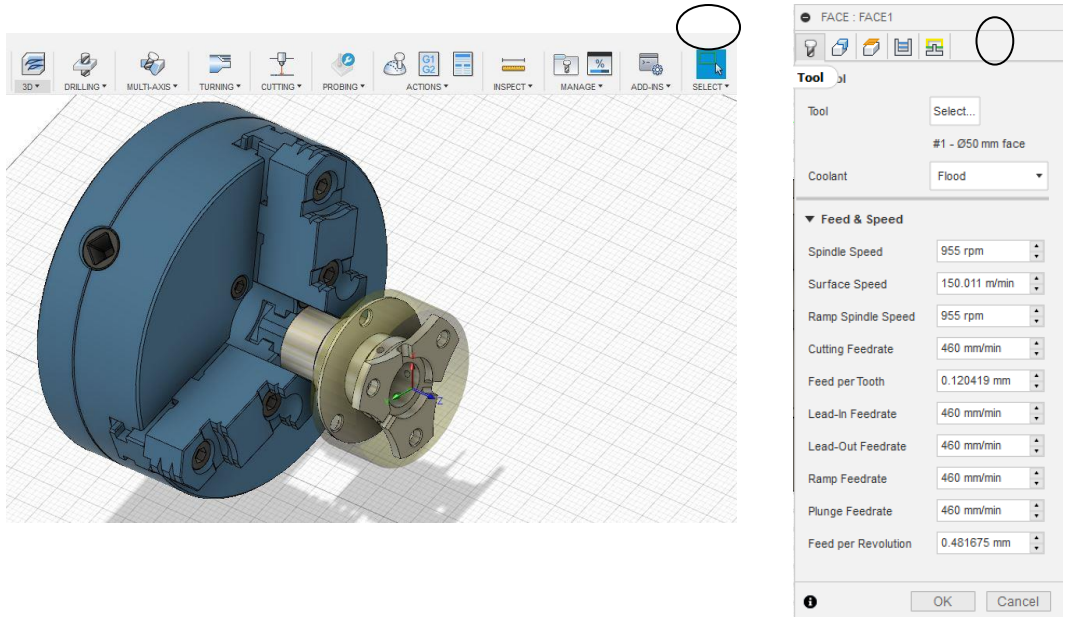
tanımlanmalıdır. Kendi ekseninde dönenerek kesen ve C eksen torna gibi özel işlemlerde kullanılan kesicilere **"Canlı Takım"** da denilmektedir.



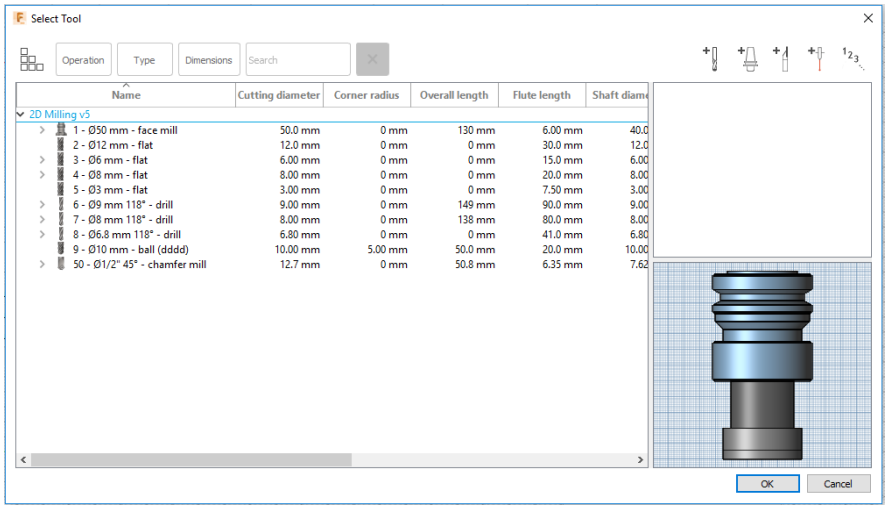
Görsel 1.17: Kesici takım tablosunu seçim yöntemleri



Görsel 1.18: Kesici takım seçim tablosu



Görsel 1.19: Kesici takım tablosunu seçim yöntemleri



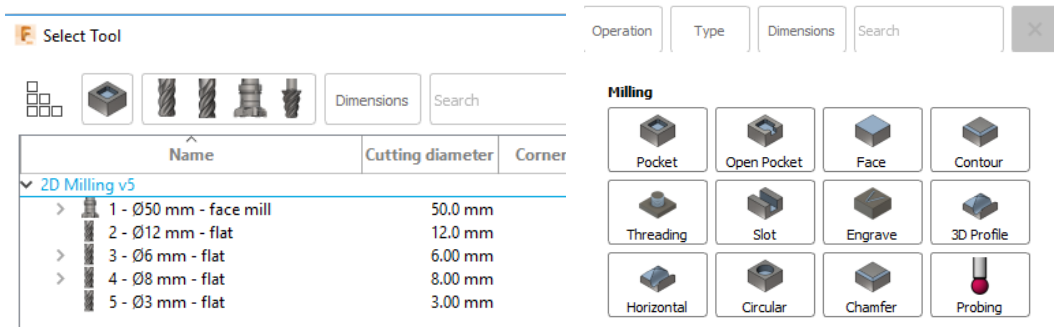
Görsel 1.20: Kesici takım seçim tablosunu

- **Kesici seçim yöntemleri**
  - **Operation :**Operasyon göre
  - **Type :** Kesici tipine göre
  - **Dimension :**Kesici ölçülerine göre
  - **Search:** Kesici adı veya tanımlamasına göre arama
  - **Yeni kesici ve ekipmanları ekleme**
  - **New mill tool:** Yeni kesici ekleme
  - **New Holder:** Yeni tutucu ekleme
  - **New turnig tool:** Torna kesici ekleme

1.6.1 Kesici arama yöntemleri

1.6.1.1 Operation türüne göre kesici seçimi ve aranması

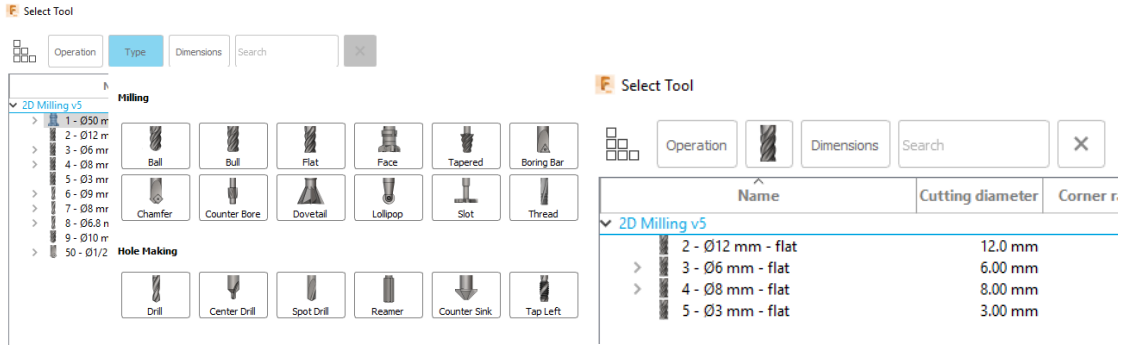
Bu ekranda İş parçasını işleme operasyonlarına göre daha önce tanımlanan veya kesici kütüpanesinde bulunan kesicileri bulmamızı sağlar. Örneğin yüzey işleme operasyonu yapacaksak Face sekmesi tıklandığında ve Ok seçildiğinde ekranın sağ üst köşesinde kullanılan kesiciler liste halinde görülecektir.



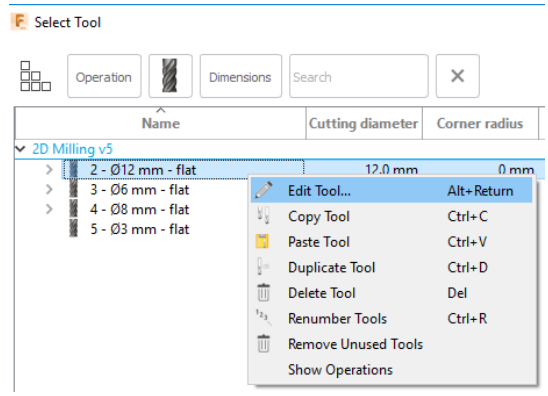
Görsel 1.21: Kesici opresayon türüne göre takım aranması

1.6.1.2 Kesicinin tipine göre seçimi ve aranması

Bu ekranda İş parçasını kesici tiplerine göre daha önce tanımlanan veya kesici kütüpanesinde bulunan kesicileri bulmamızı sağlar. Örneğin Flat (düz uç) kesicileri bulmak istiyorsak FLAT sekmesi tıklandığında ve Ok seçildiğinde aranan kesiciler liste halinde görülecektir



Görsel 1.22: Kesici tipine göre takım aranması

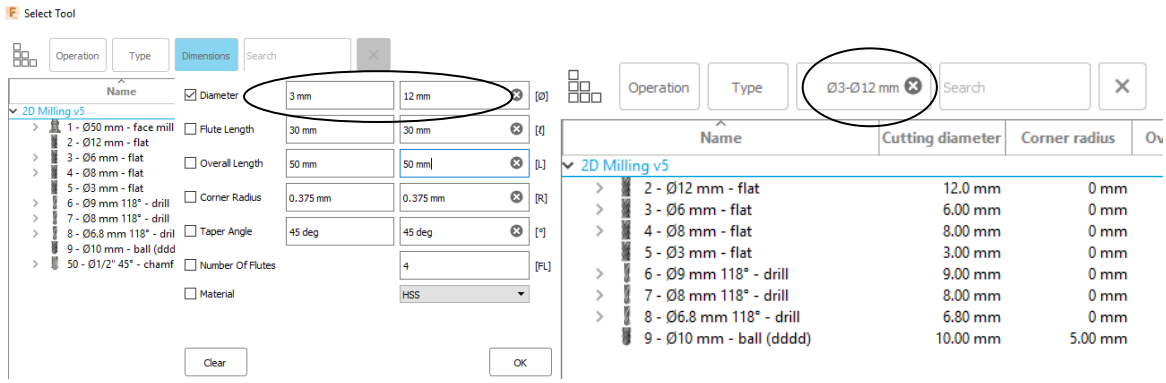


Görsel 1.23: Kesici ölçülerinin düzenlenmesi

Ekrana gelen kesici listesinden aranan kesici mause nin sağ tuşu tıklandığında kesici ölçülerini edit (düzenleme) seçeneği görülür.

1.6.1.3 Kesicinin ölçülerine göre seçimi ve aranması

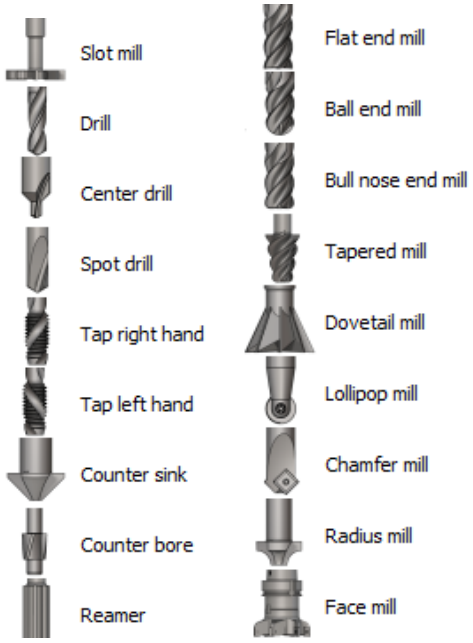
Bu yöntemde daha önce tanımlanmış veya kesici kütüpanesinde bulunan kesicilerin çap, kesme boyu, toplam boy, köşe radiusu, açısı ve ağız sayısına göre bulunmasını sağlar. Bu tabloda en küçük ve en büyük ölçü aralığı girilerek aranan kesiciler ekrana getirlir. Görsel 1.18 deki örnekte çapı 3 ile 12 mm arasındaki daha önce tanımlanmış kesiciler ekrana getirilmiştir.



Görsel 1.24: Kesici ölçülerine göre takım aranması

1.6.2.Kesici türleri

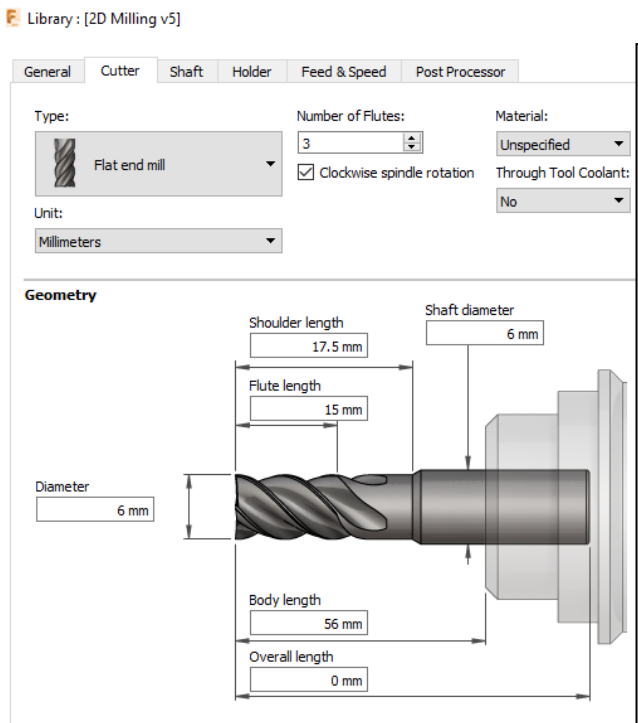
Fusion 360 kesici kütüpanesinde oluşturlacak takım yolları için değişik amaçlı kesiciler bulunmaktadır. Görsel 1.19 de kesicilerin türleri görülmektedir.



Görsel 1.25 Kesici Türleri

1.6.3 Kesici geometrisinin düzenlenmesi

Kesici kütüpanesinden seçilen veya yeni oluşturulan kesicilerin geometrik ölçü tanımlaması Görsel 2.5 de gösterilen tablodan yapılır.



Number of Flutes: Kesicinin ağız sayısı

Clockwise spindle rotation: Kesme yönü

Material: Kesicinin malezmesi

Through Tool coolandt: Soğutma kesici içinden mi?

Unit: Ölçü sistemi

Diameter: Kesici çapı

Flute Length: Kesici ağız boyu

Shoulder Length: kesici kademe boyu

Shaft diameter: Kesici sap çapı

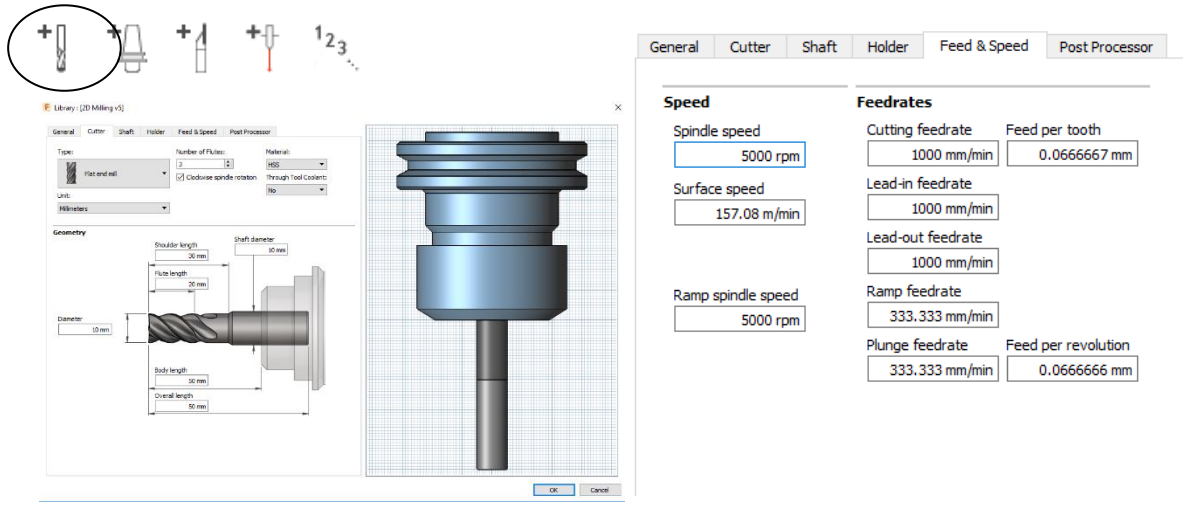
Body length: Kesicinin tutucu dışında kalan boyu

Overal length: Kesicinin toplam boyu

Görsel 1.26 Kesici Türleri

1.6.4 Yeni kesici eklenmesi

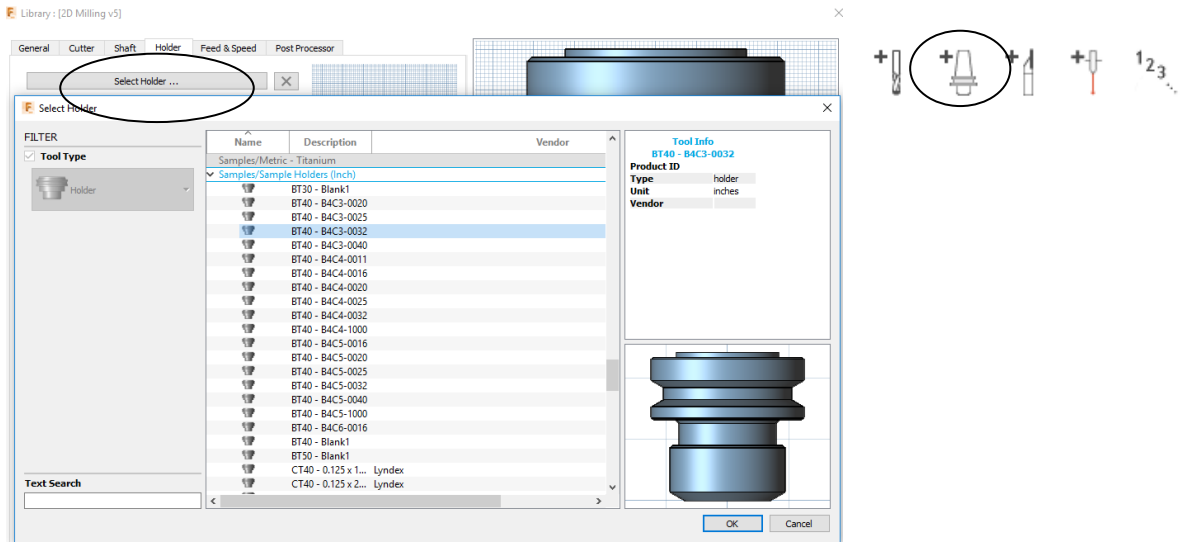
Cam işlemi sırasında yeni kesici ekleme işlemi çok dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Yapılacak cam operasyonuna göre kesici seçimi yapılması ve daha önce belirtilen konular dikkate alınarak değerler girilmelidir. Kesici şeçim ekranında New Mill Tool sekmesi tıklandığında Görsel 1.21 deki menü karşımıza gelmektedir. Bu menüden kesinin geometrik özellikleri, malzemesi, tutucusu, devir ve ilerlemesi, NC kod alımında kesici ile ilgli bilgilerin yer alması için gerekli değerler girilir.



Görsel 1.27: Yeni kesici eklme tablosu

1.6.5 Tutucu seçimi

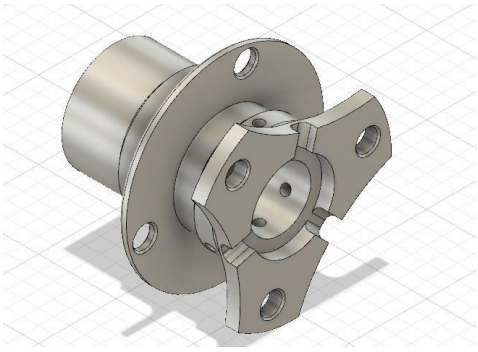
Kesicilerin ve Tutucularının seçiminde iş parçasının şekli ve işlenecek bölgelerin yüksekliği çok önemlidir. Tutucu boyu ve alın çapı, dişi bölgeleri işlerken uygun değerlerde olmalıdır. Çok büyük olması durumunda işleme alanının üst yüzeyine sürter ve bir süre sonra kazaya sebebiyet verecektir. Fusion 360 da tutucu seçimi veya yeni tutucu eklenmesi Tool Library menüsünden yapılmaktadır. Görsel 1.22 de tutucu seçimi ve değişiklikleri görülmektedir.

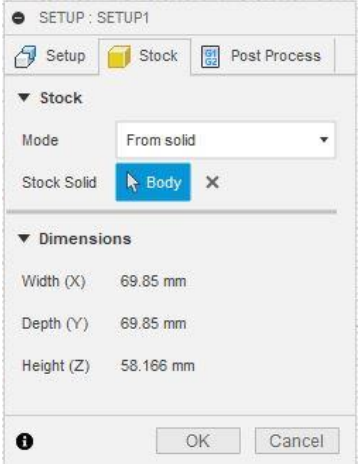


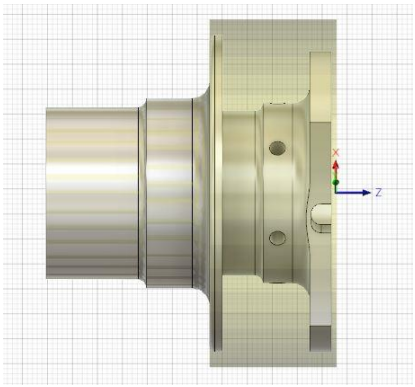
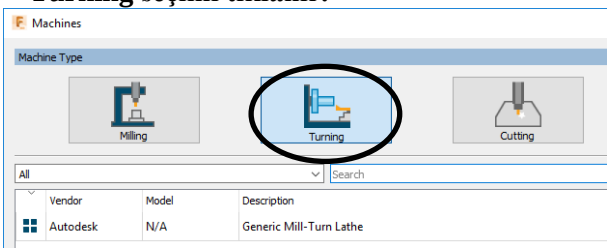
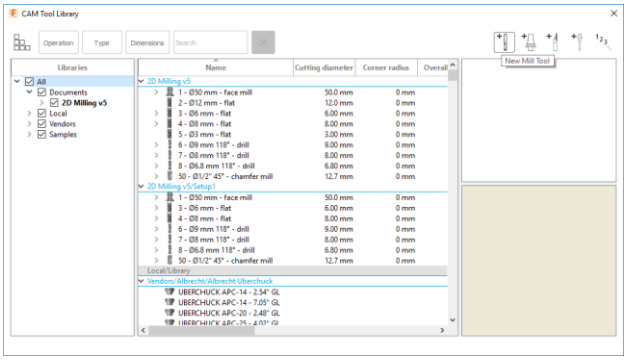
Görsel 1.28 : Yeni tutucu ekleme ve mevcut tutucu tablosu

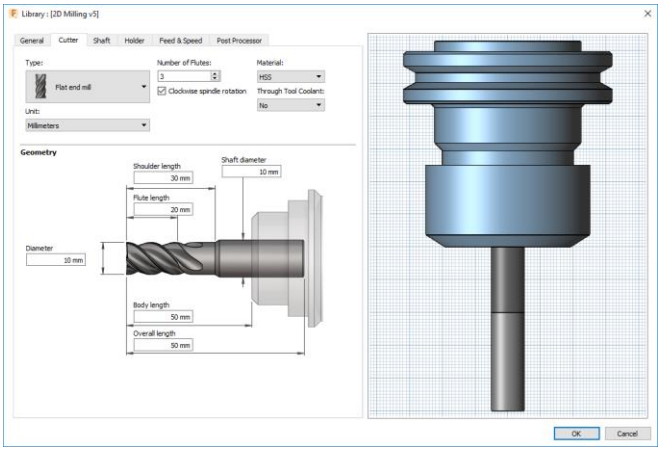
UYGULAMA FAALİYETİ-1

Aşağıdaki iş parçasının alın kısmında bulunan 3 adet oval formu C eksen tornada işlemek için gerekli kütük, makine, kesici (Pocket bölgeri kaba işlemek için çapı 10 mm düz uçlu parmak freze) ve sıfır noktasını tanımlayınız. Kütük ölçülerini Ø 70 mm, kütük boyunu 60 mm olarak belirleyiniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
Parçanın CAM ortamına çağrılması.	Fusion 360 programı içerisindeki Cam uygulama örnekleri kısmından parçayı Cam ortamına çağınırız.
Setup ayar seçeneği eklemek.	**Cam kısmından Setup ikonu tıklanıyıınız..**
Kütük tanımlaması yapmak.	**Setup** seçeneğinde bulunan Stock menüsüne girerek **Fized Size Cylinder** seçeneği ile Diameter:70 mm Length: 60 mm Parça alnından 2 mm ofsetli olarak Kütüğü tanımlayınız. 

Sıfır noktası ayarlarını yapmak.	**Setup** kısmında bulunan **Work Coordinate System** seçeneğinden iş parçasının silindirik yüzeyine tıklayarak Z ekseni olacak şekilde **Stock Front** komutunu kullanarak sıfır noktasını tanımlayınız. 
3 eksen CNC freze tezgah seçimini yapmak.	**Setup** seçeneğinde bulunan **Machine** menüsüne girerek **Turning seçimi tıklanır.** 
Kesici seçimi yapmak	Ekrana bulunan **MANAGE** sekmesnden **Tool Library** penceresi seçilir. Ekrana gelen menüden **New Turning Tool** tıklanarak kesici ekleme menüsü aktifleyiniz. 

Kesici ölçülerini tabloya girmek.	Kesici menüsüden Genel kesicilerden Kaba talaş kesicisine uygun ölçülerde kesici uçu tanımlayınız. 

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Parçayı Cam uygulama örnekleri kütüphanesinden çağırdınız mı?		
2. Setup sekmesini seçtiniz mi?		
3. Kütük oluşturmak için Setup menüsünden Stock **Setup'**ı seçtiniz mi?		
4. Kütük değerlerini belirtilen ölçüde girdiniz mi?		
5. Setup menüsünden iş parçasının sıfır noktasını belirlediniz mi?		
6. Makine tipi olarak standart Turning (Torna) tezgahını seçriniz mi**?**		
7. Kaba talaş Torna kesicisini yeni kesici olarak eklediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise **"Ölçme ve Değerlendirme"**ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME-1

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

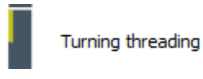
1. Uzun parçları tornlamak için kullanılan gezer punta seçeneği hangisi ile aktiflenir?
A) Tool
B) Tial stock
C) Holder
D) Pocket
E) Edit tool

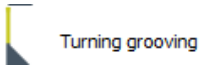
2. Aşağıdaki terimlerden hangisi takım tutucu anlamındadır?
A) Plunge
B) Tool
C) Pocket
D) Tial stock
E) Holder

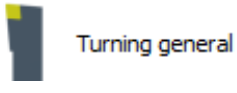
3. Aşağıdakilerden hangisi takım kütüphanesine ulaşmak için kullanılır?
A) Create new tool
B) Select library tool
C) Edit tool
D) Tool manager
E) Manage

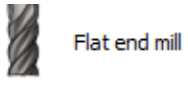
4. Torna tezgâhında dalma ilerleme hızını ifade eden terim aşağıdakilerden hangisidir?
A) Plunge feed rate
B) Spindle speed
C) Feed rate
D) Max. Spindle speed
E) Tool manager

5. Aşağıdakilerden hangisi C eksen tornalamada" Canlı Takım" olarak adlandırılır?

A) 

B) 

C) 

D) 

E)

6. CAM ortamında ayarlama işlemleri hangi seçenek ile yapılır?
A) Setup
B) Inspect
C) Manage
D) Select
E) Model

7. Cam ortamında Parça Sıfır noktası hangi alt seçenek ile sağlanır?
A) Machine
B) Setup
C) Model
D) Work Coordinate System (WCS)
E) Genarate

8. CAM ortamında oluşturulan takım yollarının NC kodlarını türetmek için hangi seçenek kullanılmaktadır?
A) Genarate
B) Setup
C) Simulate
D) Sheet Setup
E) Post Process

9. Aşağıdakilerden hangisi Stock (Kütük) oluşturma yöntemlerinden birisi değildir.
A) Fixed Size Box
B) End Mill
C) Relative Size Box
D) Fixed size Cylinder
E) Edit tool

10. Aşağıdakilerden hangisi Cam işlemine başlamadan önce kesici hakkında bilinmesi gereken bilgilerden birisi değildir.
A) Kesici boyu
B) Kesici uç çapı
C) Kesici malzemesi
D) Kesici uç yarıçapı
E) Üretici firma bilgisi

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında bu modül ile öğrenci; CAD/CAM programlarını kullanarak işleme parametrelerini oluşturabilecek ve CNC Torna tezgâhlarına veri aktararak parça imalatı yapabilecektir.

ARAŞTIRMA

- CNC Torna tegahında kullanılan takım yolları ve çeşitleri hakkında bilgi toplayınız.
- G kodlarının tezgâha aktarılmaı hakkında bilgi toplayınız.

2. C EKSEN CAM TORNALAMA YÖNTEMLERİ

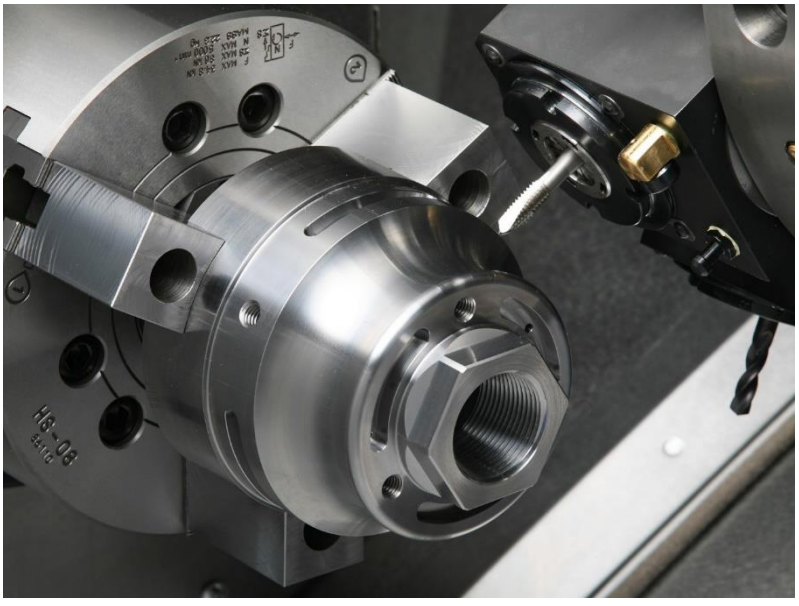
Cnc torna tezhaglarında C eksen işleme, 2D işleme veya Prizmatik işleme olarak adlandırılan yöntemlerdir. Ortak özelliği işlenen yüzeyler de Z ekseninin aynı yönde veya dik olarak bulunmasıdır.

Fusion 360 yazılımında çok küçük olmayan ve kesicinin çapının en az 2 katı olduğu Pocket bölgelerini işlerken genellikle 2D Adaptive Clearing yöntemi seçilmelidir.

Cam programlarının çoğunda bazı işleme yöntemleri ve tanımlamaları standart bir isimle adlandırılır. Uluslararası bir tanımlama olması açısından bu yöntem ve tanımlamalar standart hale gelmiştir. C eksen tornalmada da 2.5 eksen frezeleme yöntemleri kullanıldığından aşağıdaki tanımlamalar olabilir, bunlar ;

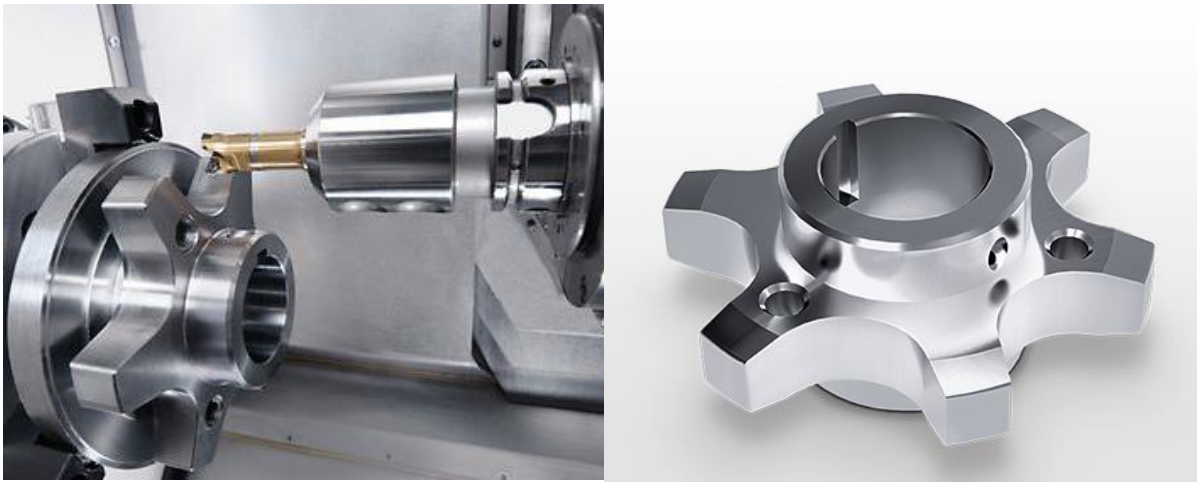
FACE : İş parçasının yüzeyinin işlenmesi
POCKET : Cep işleme (Havuz bölgelerinin işlenmesi)
CONTUR MILLING : Parça üzerindeki bir hattın veya kenarın işlenmesi
ENGRAVE : Yazı veya fiğür işleme
DRILLING **:** Delik delme işlemi.

Diğer operasyonlar her program tarafından farklı veya benzer şekilde isimlendirilmiştir. Bütün opreasyonlarda amaç; doğru değerler girerek, en kısa zaman da iş parçasını iş kazası meydana gelmeden işlemek olmalıdır.



Görsel 2.1: C eksen tornalama işlemleri

C eksen tornalama işlemlerinde, iş parçasının dış çapındaki düzlemsel bölgeler, alın ve yüzey delikleri, dairesel kanal açma işlemleri veya uygun şartlar sağlanırsa iç çapındaki frezeleme işlemleri yapılabilir. C eksen tornlama işlemleri, günümüz imalat teknolojilerinde, savuma ve havacılık sektöründe yaygın olarak kullanılan işlemlerden biri olduğu için talaş kontrolü, işlem güvenliği ve parça kalitesi talepleri yüksektir.



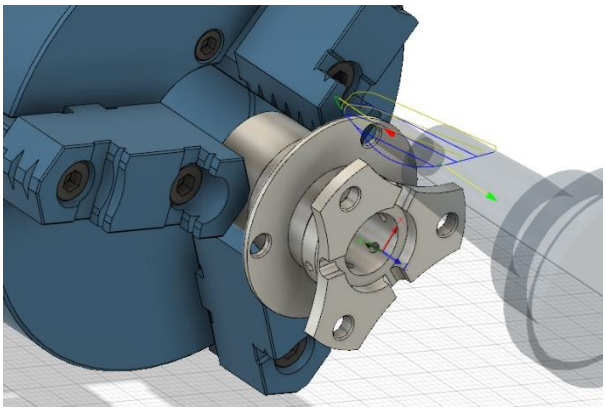
Görsel 2.2: C eksen işleme örnekleri

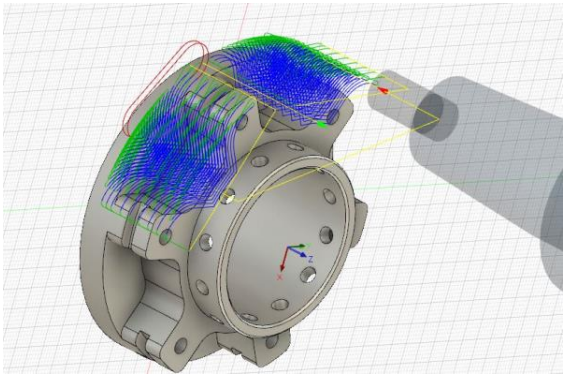
2.1 C Eksen Tornalma da Kullanılan Freze işlemleri

2D ADAPTİVE CLEARING: Geleneksel ve yeni nesil kesme teknolojisini kullanarak dış çevre veya pocket bölgeleri işler. Takım yollarını kütük ve parça geometrisine göre adapte eder.

2D POCKET: Pocket bölgelerini işlemek için kullanılır.

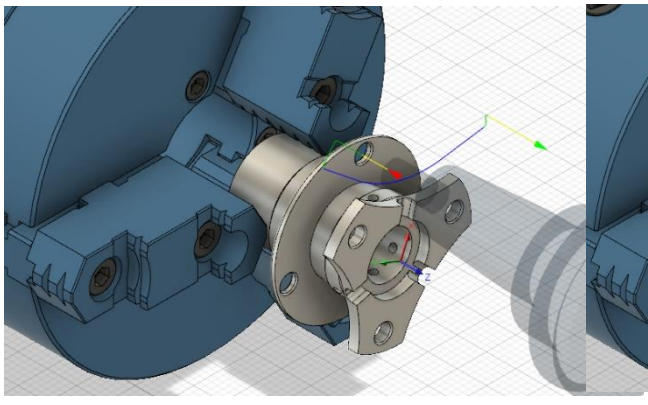
2D CONTOUR: Bir çizgi veya iş parçasının kenar hatlarını kullarak işleme.
DRILLING: Delik delme işlemi.

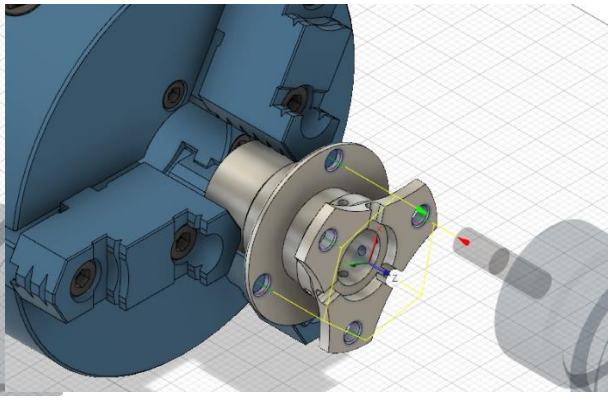




2D ADAPTIVE CLEARING **2D POCKET**

Görsel 2.3: C eksen işlemede 2D Adaptivie Clearing ve 2D pocket işleme örnekleri



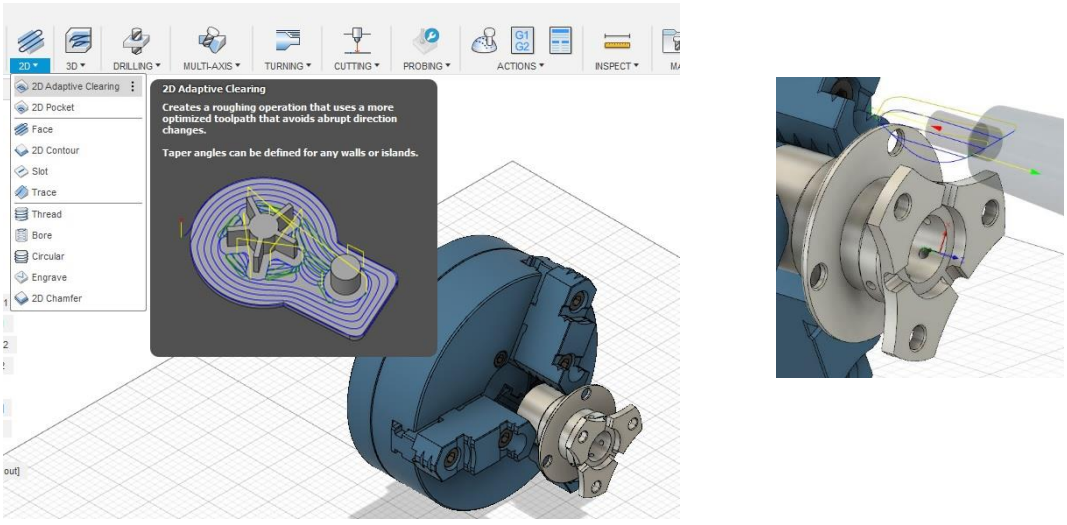


2D CONTOUR **DRILLING**

Görsel 2.4: C eksen işlemede 2D Contour ve Delik delme işlemi örnekleri

2.2. 2D Adaptive Clearing

Prizmatik veya silindirik parçalarda bulunan pocket (cep bölgeleri) işlemek için kullanılır. Geleneksel ve yeni nesil işleme yöntemlerini içerir. Daha fazla talaş yüksekliği ile iş parçasını işlemek mümkündür. İş parçası ile oluşturulan kütük arasında kalan talaşı adapte ederek takım yolu oluşturur. İş parçasının şekline göre takım yolunu oluşturur. Pocket bölgeleri işlerken daha iyi bir kesme işlemi için, kesici hareketinin oluşması açısından pocket bölgesinin kesici çapının 2 katından büyük olmalıdır.

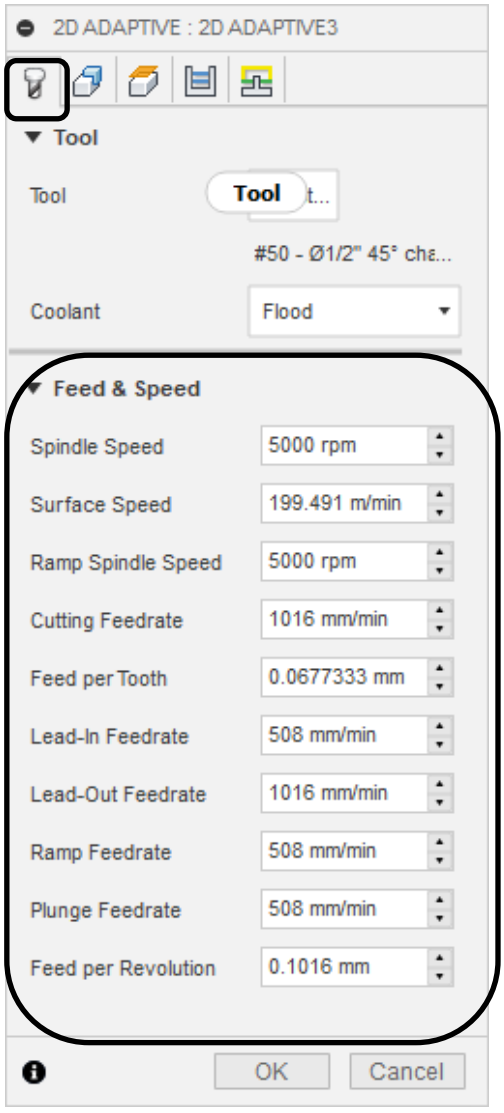


Görsel 2.5 : 2D Adaptive Clearing işleme seçim, ve işleme yöntemi

2D Adaptive Clearing işleme ikonu seçildiğinde **Görsel 2.6** deki tablo ekrana gelir. Bu tablodaki seçenekler ve değerler girilerek işleme tamamlanır. Cam oluşturma tablosu 5 bölgeden oluşur. Bunlar;

TOOL	**:**	KESİCİ SEÇİMİ
GEOMETRY	**:**	İŞ PARÇASI GEOMETRİSİ SEÇİMİ
HEIGHTS	**:**	KESME YÜKSEKLİK AYARLARI
PASSES	**:**	KESME DEĞERLERİ
LINKING	**:**	KESİCİ GİRİŞ, ÇIKIŞ VE BAĞLANTILARI

2.2.1 Kesici Seçimi, Devir ve İlerleme Seçim Tablosu

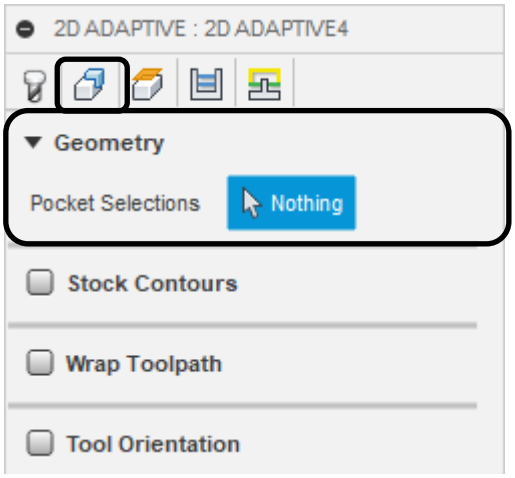


Spindle Speed – Kesici dönme devri (RPM)
Surface Speed – Parça üst yüzeyinde geçişlerdeki ilerleme (m/min)
Ramp Spindle Speed – Parçaya dalış sırasındaki devri
Cutting Feedrate – Kesme ilerlemesi mm/min
Feed per Tooth – Kesme anındaki kesici ağız başı ilerleme
Lead-In Feedrate – Kesmeye ilk giriş anındaki ilerlemesi
Lead-Out Feedrate – Kesme sonundaki çıkış ilerlemesi
Ramp Feedrate – İş parçasına helisel bir dalma yaptığındaki verilecek ilerleme
Plunge Feedrate – İş parçasına dik dalma kullanılacağı zamanki ilerleme
Feed per Revolution – Diş başı ilerleme

Görsel 2.6 Kesici, Devir ve ilerleme tablosu

2.2.2 İş Parçası Geometrisi Seçimi

İş parçası geometri seçiminde 2d çizim, yüzey veya işleme alanı kenarları seçilebilir. İşleme alanı sınırlandırılacak ise tasarım kısmından sınırlama çizgisi oluşturulmalıdır. **Görsel 2.3** de oluşturulan sınır alan çizgisi ve işleme sonunda ki takım yolu görülmektedir. Bu sınır çizgisi Stock Contours sekmesi aktif edilerek seçilir.



Geometry: İş parçası üzerindeki işlenecek bölgelerin seçimi
Stock Contours: İşleme alanı sınır çizgisi seçimi
Wrap Toolpath: 4 eksen veya divizör ile Cam işlemlerinde sarmal seklinde takım yolu oluşturma
Tool Orientation: Kesici takım referans noktası ayarlaması veya değişimi

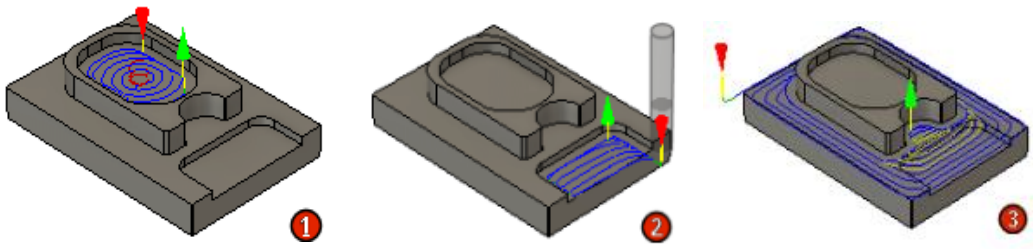
Geometry: İş parçası üzerindeki işlenecek bölgelerin seçimi
Stock Contours: İsleme alanı sınır cizgisi

Görsel 2.7 Geometry (İşleme alanı seçim) tablosu

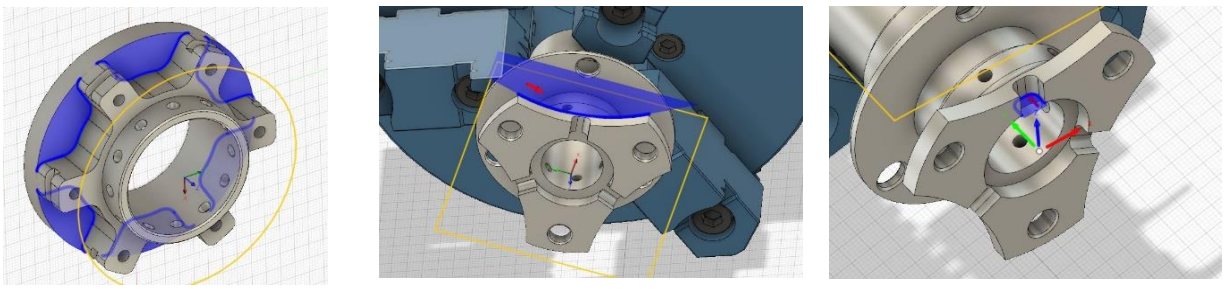
2.2.3 Geometri Bölge Seçimi Türleri

Prizmatik parçalarda 3 tip geomeri bölgeleri oluşur bunlar:

- Kapalı pocket bölgesi – 1. seçim
- Açık pocket bölgesi – 2. seçim
- Sabit seviye bölgesi – 3. Seçim



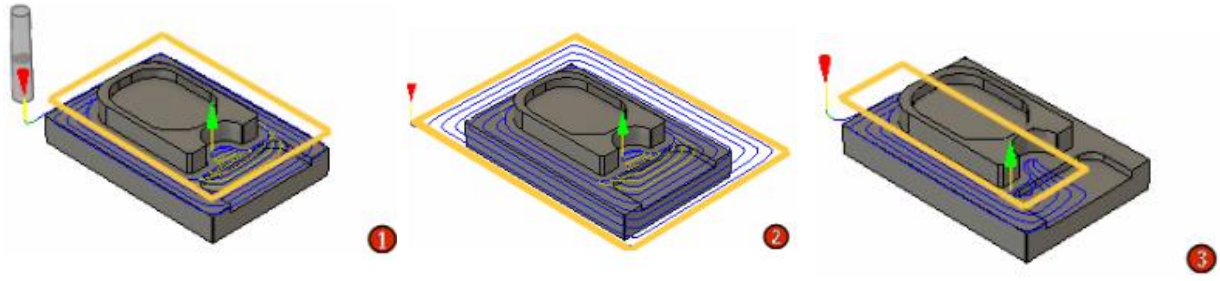
Görsel 2.8 Pocket bölge seçim tipleri



Görsel 2.9 C eksen tornalamada Pocket işleme bölgeleri seçimi

2.2.4 Stock Kontur Seçimi

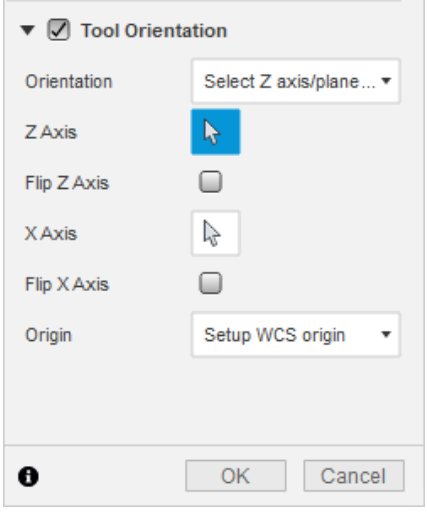
İşleme alanı ve işleme sınırı belirlemek için stock contours sekmesi aktiflenerek seçimler yapılır (2). Seçime göre stok sınır belirlemeleri yapılır. Eğer hiçbir seçim yapılmaz ise daha önce belirlenen stok tanımına göre hesaplama yapacaktır (1). Stok eğer iş parçası kenarlarından daha büyük tutulacak ise tasarım modülünden parça geometrisinden büyük bir çizim yapılmalıdır (3).



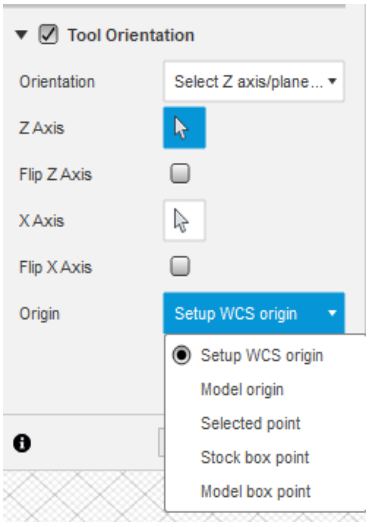
Görsel 2.10 işleme Alanı sınırlandırma

2.2.5 Tool Orientation

Kesici takım referans noktası ayarlaması veya değişimi gerektiğinde bu sekmeden yapılır. Daha önce anlatılan kesici sıfır noktası tanımla ile aynı parametrelere sahiptir. Ortaya çıkan yönleri istenildiğinde **Flip Z Axis** seçimi ile Z ekseni yönünü, **Flip X Axis seçimi** ile de X ekseni yönü değiştirilir



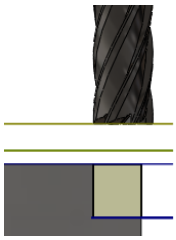
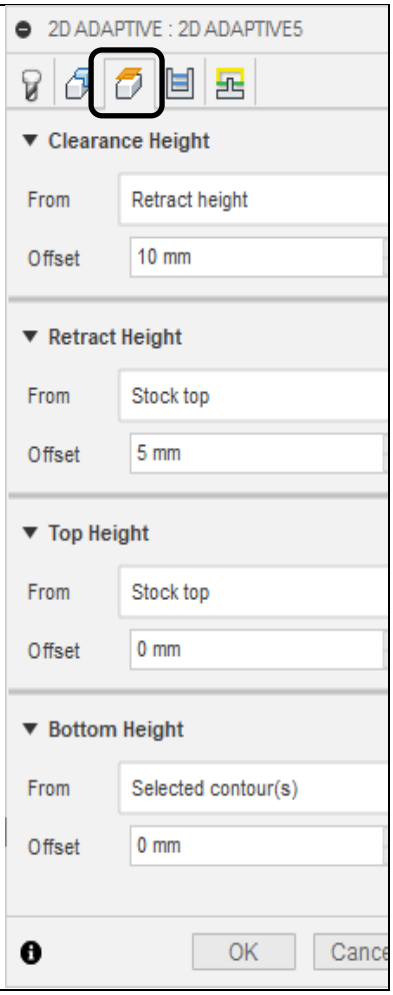
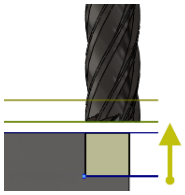
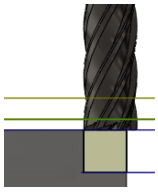
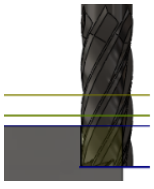
Setup WCS orientation: Takım yönlendirmesi için geçerli kurulumun iş parçası koordinat sistemini (WCS) kullanır.
Model orientation: Takım oryantasyonu için geçerli koordinat sistemini (WCS) kullanır.
Select Z axis/plane & X axis: Z eksenini tanımlamak için bir yüz veya kenar seçilir ve X eksenini tanımlamak için başka bir yüz veya kenar seçilir. Hem Z hem de X eksenleri 180 derece döndürülebilir.
Select Z axis/plane & Y axis: Z eksenini tanımlamak için bir yüz veya kenar seçilir ve Y eksenini tanımlamak için başka bir yüz veya kenar seçilir. Hem Z hem de Y ekseni 180 derece döndürülebilir.
Select X & Y axis: X eksenini tanımlamak için bir yüz veya kenar seçilir ve Y eksenini tanımlamak için başka bir yüz veya kenar seçilir. Hem X hem de Y eksenleri 180 derece döndürülebilir.
Select coordinate system : Bu işlem için modeldeki tanımlanmış bir kullanıcı koordinat sisteminden belirli bir takım yönü belirler. Bu, mevcut koordinatın hem başlangıç noktasını hem de yönelimini kullanır.



Setup WCS origin: Takım sıfır noktası için geçerli kurulumun iş parçası koordinat sisteminini (WCS) kullanır.
Model origin: Takım sıfır noktası için geçerli bölümün koordinat sistemini (WCS) orijini kullanır.
Selected point: Sıfır noktası için bir köşe veya kenar seçilir.
Stock box point: Sıfır noktası için stok sınırlama kutusundan bir nokta seçilir.
Model box point: Sıfır noktası için model sınırlayıcı kutusundan bir nokta seçilir.

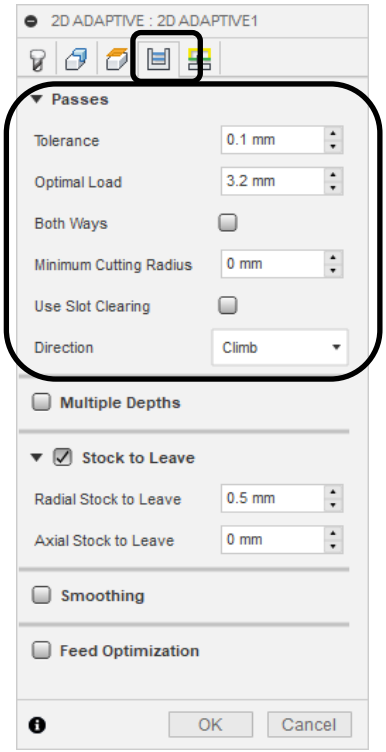
2.2.6 Heights (Yükseklik Ayarları)

Bu kısımda kesicinin iş parçasına hangi mesafeden kesmeye başlayacağı, kesmenin hangi seviyede biteceği gibi kesicinin iş parçası üzerindeki kesme yükseklikleri girilir. İş parçasının istenilen seviyesinde kesme bitirilebilir veya istenilen seviyesinde kesme başlatılabilir. Bütün bu değişik ihtimaller bu kısımda değer olarak tanımlanır. Eğer hiçbir seçim yapılmaz ise iş parçası ve tanımlanan kütüğe göre takım yolu oluşturulur.

	**CLEARANCE HEIGHT :** **HAVADA GEZİNME YÜKSEKLİĞİ**	
	**RETRACT HEIGHT :** **ÇIKIŞ YÜKSEKLİĞİ**	
	**TOP HEIGHT :** **KESME ÜST YÜKSEKLİĞİ**	
	**BOTTOM HEIGHT :** **ALT İŞLEME SEVİYESİ**	

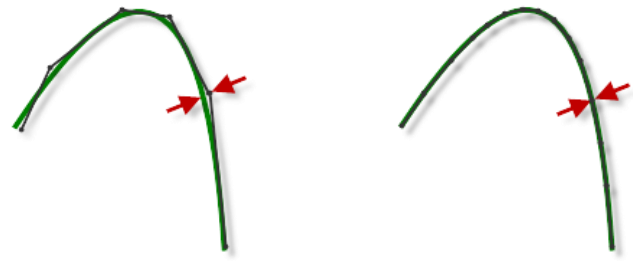
Clearance Height : Havada gezinme yüksekliği
Retract Height : Seçime geri çıkma yüksekliği ekler.
Top Height : Seçime üst yüksekliği girilen değer kadar ekler.
Bottom Height : Seçime alt yüksekliğini girilen değer kadar ekler.
Model top : Parça üst yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Model bottom : Parça alt yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Stock top : Kütük üst yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Stock bottom : Kütük alt yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler
Selected contour(s) : Seçilen konturu referans alarak girilen değer kadar ekler
Selection : İş parçası üzerinden seçilen kenar, nokta , düzlemi referans alarak girilen değer kadar ekler
Origin (absolute): Ekranda bulunan orjini referans olarak kabul ederek girilen değer kadar öteler.

2.2.7 Passes – Kesme Değerleri ve Geçişleri

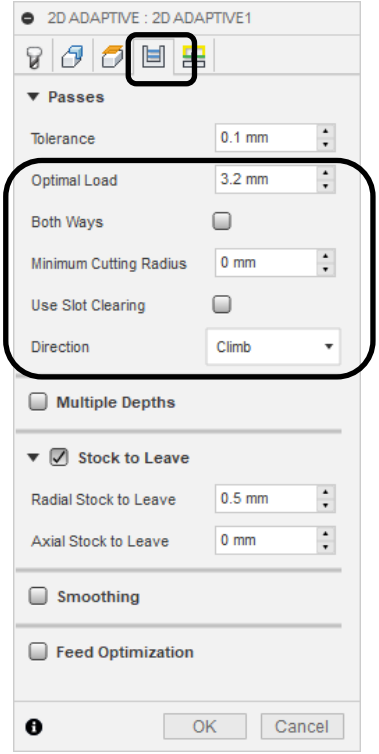


TOLERANS: İşleme toleransı vermek için bu değer verilmelidir. 2D ve kaba işlemelerde 0.1 değeri kabul edilebilir. 3D ve finiş işlemelerde 0.05 mm ile 0.01 mm arasında değerler verilmelidir. Yüzey kalitesine etki eden bir faktördür. Değer küçüldükçe işleme zamanı ve oluşan NC kod satır sayısı artar

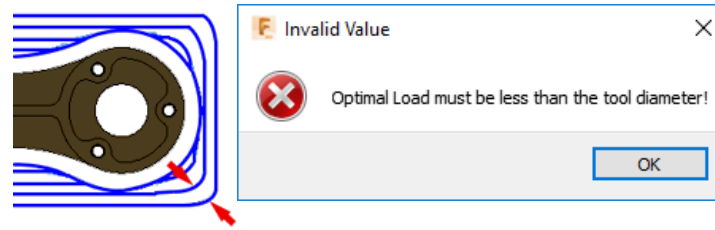
Tolerance 0 .1 *Tolerance 0 .01*



Görsel 2.11: İşleme toleransı sonuçları



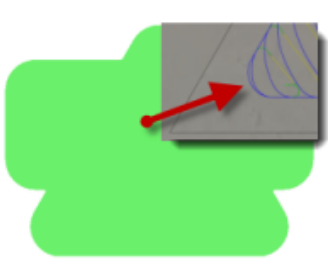
Optimal Load: Kesme yanal adım değeri 2D Adaptive Clearing yöntemi, geleneksel 2D pocket yöntemine göre işleme zamanı açısından %40 yakın daha hızlı bir sonuç alınabilir. Yanal adım değeri kesici çapı ile doğrudan ilgilidir. Düz uçlu kesicilerde sağlıklı bir kesme için kesici çapının max %20 kadar alınması kesici ömrünü uzatacaktır. Yanal adım olarak girilen değerin kesici çapından büyük girilmesi durumunda program hesaplama hatası verir ekranda hata mesajı çıkar.



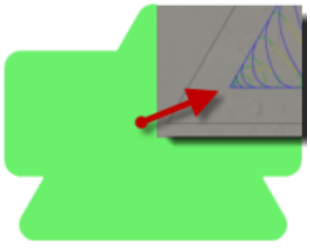
Görsel 2.12: Optimal Load ve hatalı kesici çapı girildiğinde karşımıza çıkan ikaz.

Both Ways: Open pocket bölgelerinde çift yönlü kesme yaptırır. Kesme işlemi yapılırken kesici **Climb** ve **Conventional** kesmeyi birlikte yapar.

Minimum Cutting Radius: Kesicinin talaş kaldırırken istenildiğinde köşelerde oluşturulacak en küçük yarıçaplı takımyolu ile frezleme yaptırırlır.



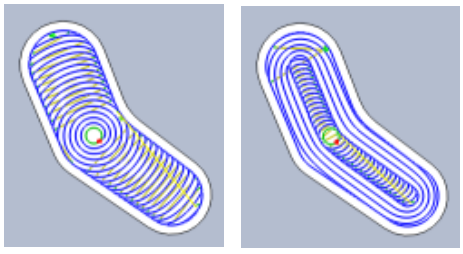
Kesme yarıçapı girilmiş takım yolu



Kesme yarıçapı girilmemiş takım yolu

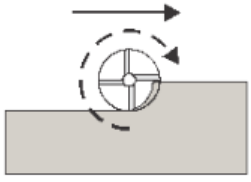
Use Slot Clearing:

Pocket bölgelerinde dik duvarına doğru spiral bir hareketle devam etmeden önce, pocketin orta kısmında pocket boyunca bir yuva açıp ön boşaltma yapar. Bu özellik bazı pocket bölgeler için köşelerde bağlantı hareketini azaltmak için kullanılabilir. Açılan pencereye takım çapından büyük değer girilmelidir.

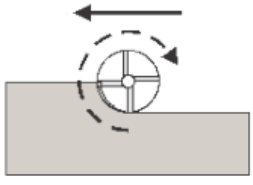


Görsel 2.13: Use Slot Clearing seçeneğinin aktif edilmeden ve aktif edildikten sonraki oluşan takım yolu.

Direction: işleme yönü seçeneği için iki tip yöntem vardır Climb ve Conventional Geometriye bağlı olarak, tüm takım yolu boyunca Climb veya Conventional frezelemeyi sürdürmek her zaman mümkün değildir. Tüm geçişleri tek bir yönde işlemek için Climb yöntemini seçebilirsiniz.



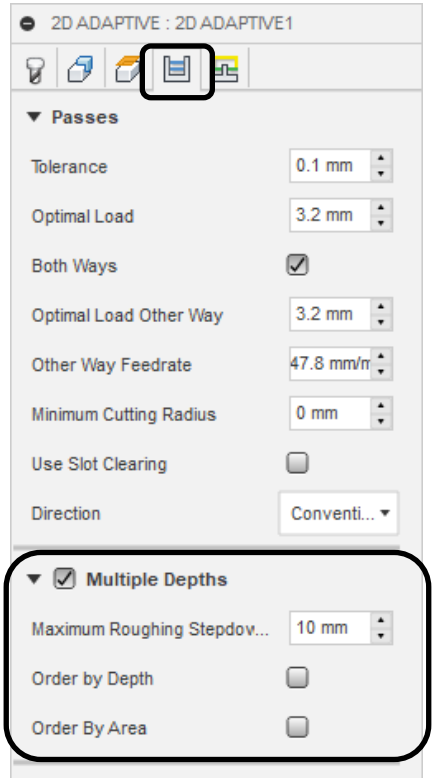
Climb Milling



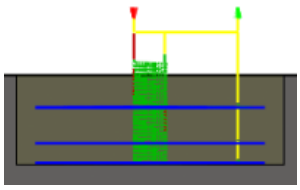
Conventional Milling

Görsel 2.14:Kesme yönleri

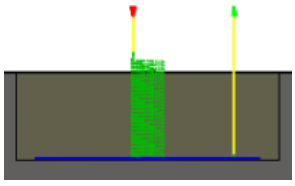
Multiple Depths: Bu seçenek sabit kesme yükseklikleri vermek için kullanılır. Verilen talaş yüksekliği kadar her pasoda kesme işlemi yapılır. Eğer iş parçası tek seferde işleyecekseniz bu seçenek aktif edilmez.



Maximum Stepdown: En fazla kesme yüksekliği değer mm olarak olarak verilmelidir. Kesme yüksekliği işlenecek toplam yüksekliğe tam bölünür. Kalan talaş son pasoda işlenir.

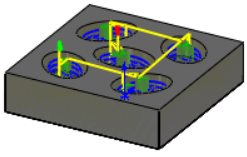


Çoklu takım yolu aktif

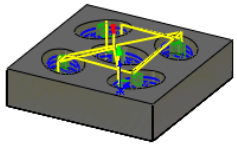


Çoklu takım yolu kapalı

Maximum Stepdown : Talaş yüksekliği
Order by Depth : Katman olarak kesme
Order by Area : Bölge olarak kesme

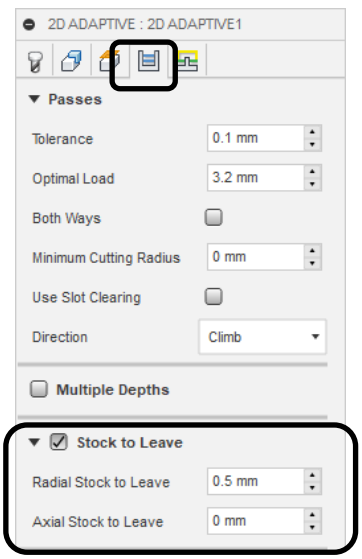


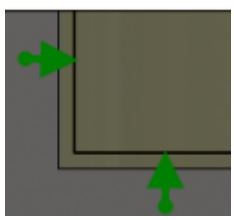
Order by Depth



Order by Area

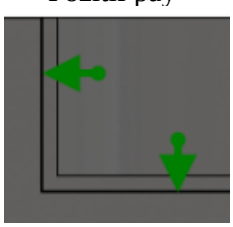
Stock to Leave: İş parçasının işlenecek kenarlarına pay bırakmak için bu seçenek aktif edilmeldir. Finiş işlemeler için ya da bir sonraki yapılacak frezeleme işlemi için bir pay bıralıkması gereklidir. Bazı durumlarda pozif değil negatif pay da bırakılabilir. Örneğin hacim kalıpçılığında kullanılan bakır elektrodların aşınma payını bu işemde düşünerek gerekli pay negatif olarak verilir. Eğer herhangi bir pay bırakmak istenmez ise bu seçenek aktif edilmemelidir. Bu işlemin diğer adı ofset bırakma olarak adlandırılır.



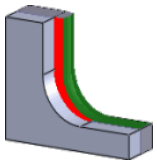


Pozitif pay

Seçim iptal

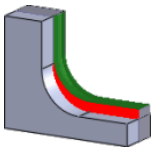


Negatif pay



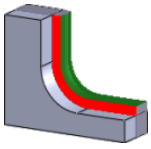
Radial (wall) Stock to Leave: Yan duvarların yüzeyine bırakılacak pay değeri.

Radial (wall) Stock to Leave: Yan duvarların yüzeyine



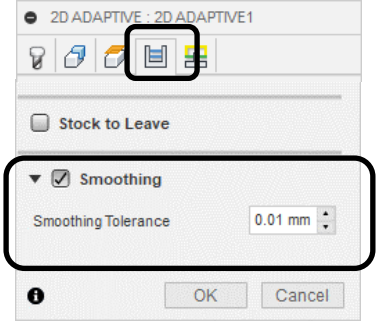
Axial (Floor) Stock to Leave: Alt yüzeylere veya iş parçasının taban kısımlarına bırakılacak pay değeri.

Axial (Floor) Stock to Leave: Alt yüzeylere veya iş



Radial and Axial Stock to Leave: Tüm yüzeylere pay bırakmak için (pozitif veya negatif) iki değere de ölçü verilmelidir.

Smoothing Tolerance: 2D veya 3D eğrilerin yumuşatma toleransı verilerek daha az G kodları oluşturur. XY,XZ veya XZ düzlemleri üzerinde bulunan 2D eğrileri daha başarılı şekilde dönüştürür. 3D eğrilerde ise eğrinin biçimine göre yumuşatma değişimi farklı olabilir. Ölçü doğruluğundan ödün vermeden teğetsel yayalara dönüştürerek Oluşan G kodlarının sayısını azaltır. G kodu dosya boyutu % 50 veya daha fazla azaltılabilir. Makine daha hızlı ve daha düzgün çalışır ve yüzey kalitesi artar.

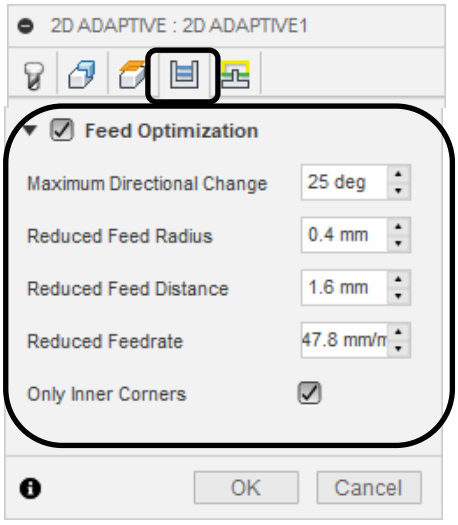


Smoothing Off

Smoothing On

2.2.8 Feed Optimization: İlerleme değeri uyarlamaları

Bu seçenek aktif yapıldığında alt seçenekler ekranda ortaya çıkar. Eğer kesme ilerlemesini geometriye göre değişim göstermesini istiyorsak uygun kesme ilerlemesi girilerek onaylanmalıdır. Takım yolunu değiştirmez, oluşturulan takım yolu üzerindeki ilerleme değerlerini değiştirir. Köşe dönüş ve hızlanmaları kontrol eder.



Maximum Directional Change
Kesme ilerleme hızı azaltılmadan önce izin verilen maksimum açısal değişikliği belirtir.

Reduced Feed Radius
İlerleme azaltılmasından önce izin verilen minimum yarıçapı belirtir.

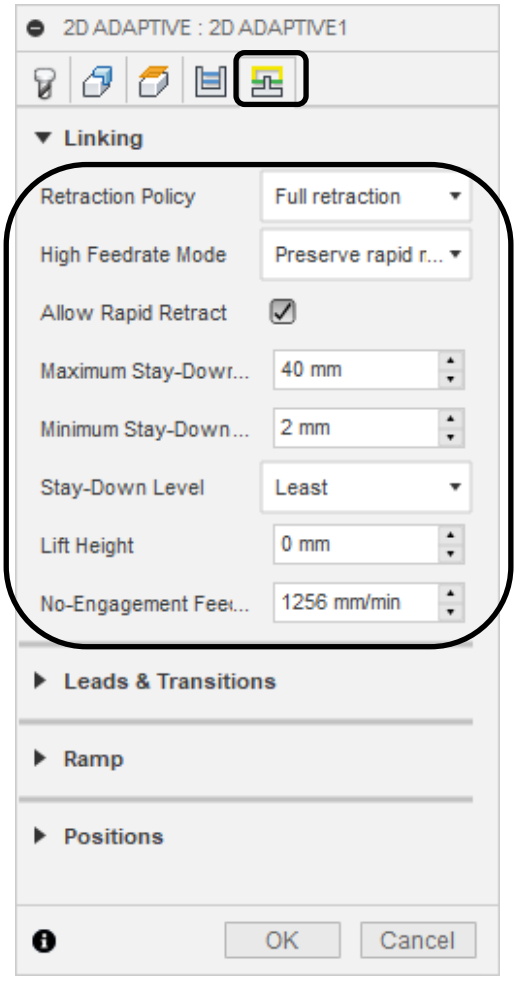
Reduced Feed Distance
Köşe dönüşünden önce yavaşlanacak mesafeyi belirtir.

Reduced Feedrate
Köşe dönüşü öncesi yavaşlama mesafesi

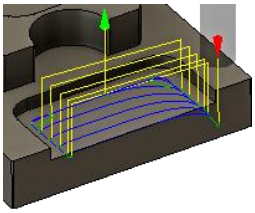
Only Inner Corners
Yalnızca iç köşelerdeki kesme ilerleme hızını azaltmak için etkinleştirilir.

2.2.9 Linking – Kesicinin Giriş ve Çıkış Hareketleri

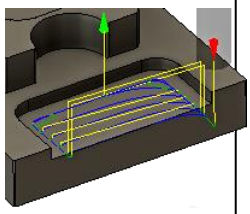
Bu sekmede kesicinin iş parçasına giriş ve çıkış hareketleri ile havada gezinme hareketleri kontrol edilir. Takım yolunun daha kısa oluşması işleme süresine etki edeceğinden hava gezinmeler ve boşta hareketler işleme zamanını artırır. Bu sebeden boşta hareketleri en düşük seviyede elede edecek seçenekler kullanılmalıdır. Kesicilerin kırılma ve körelme durumlarının sebeblerinden birisi de iş parçasına ilk girişteki yöntem ve ölçüsel değerleridir. Dolu malzeme kesici ile giriş yapılacağı zaman açılı veya helisel giriş yöntemi gibi yöntemler seçilmelidir. Dış hatlar veya pocket kısımlara giriş yaparken ise kesici teğet girişler ile iş parçasına ilk girişleri sağlanmalıdır.



Retraction Policy: Geri çıkma yaklaşımı



Full Retract



Minimum Retract

High Feedrate Mode: Boşta hareketlerin yüksek hızdan (G0) ne zaman çıkarılması gerektiğini ve yüksek ilerleme hızı hareketlerinde (G1) ne zaman çıkarmaları gerektiğini belirtir.

Preserve rapid movement: Tüm hızlı hareketler korunur.

Preserve axial and radial rapid movement: Sadece yatay (radyal) veya dikey (eksenel) hareket eden hızlı hareketler gerçek hızlı hareketler olarak verilir.

Preserve axial rapid movement: Sadece dikey yönde hızlı hareket ettirir.

Preserve radial rapid movement: Sadece yatay yönde hızlı hareket ettirir.

Preserve single axis rapid movement: Sadece seçilen bir eksende hareket hızlı hareketler ettirir. (X, Y veya Z).

Always use high feed: Kesme ilerleme komutu olan G01 hızlı hareketler yerine daha hızlı olan (G0) ile hareket ettirir.

High Feedrate: G0 yerine G1 olarak verilen hareketlerin hızını belirler.

Allow Rapid Retract: Etkinleştirildiğinde, geri çekilmeler hızlı hareketler (G0) olarak yapılır.

Maximum Stay-Down Distance: Bekleme hareketleri için izin verilen maksimum mesafeyi belirtir.

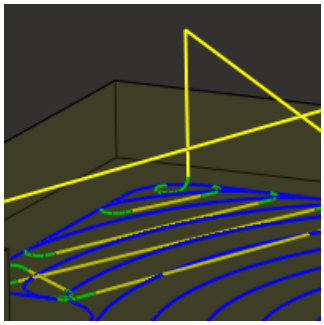
Minimum Stay-Down Distance: Bekleme hareketi için izin verilen minimum mesafeyi belirtir

Görsel 2.15: Maximum and Minumum stay-down

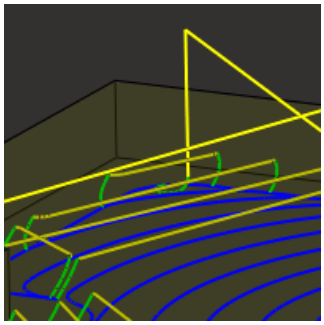
Stay-Down Level: Çıkıntı geometriler arasında hareket ederken geri çekilme yapmak yerine, ne zaman bekleyeceğini kontrol etmek için bu ayarı kullanılır. Genel olarak, CNC makineleri yüksek

ilerleme hareketleriyle karşılaştırıldığında yavaş geri çekilirse Adaptive stratejisinin daha düşük kalmasını istenir. Değerler En düşük ayar % 0, En yüksek ayar % 100'dür.

Lift Height: Yanal hareket için geçişlerde kaldırma mesafesini belirtir.

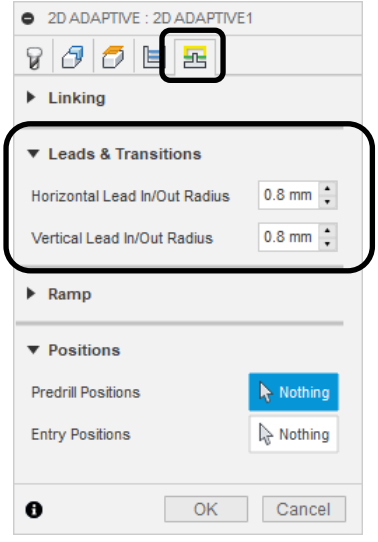


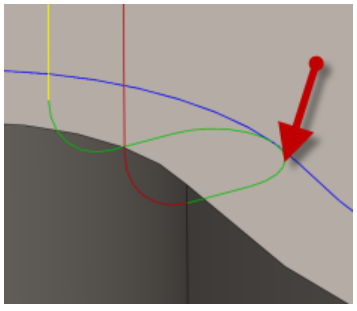
Lift height 0 *mm*



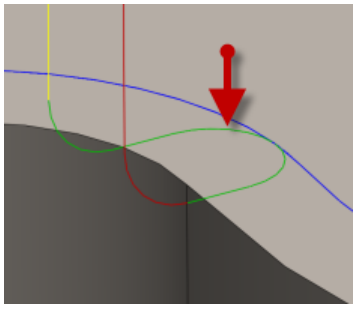
Lift height 3 mm

No-Engagement Feedrate: Takımın malzemeye temas etmediği, ancak geri çekilmediği hareketler için kullanılan ilerleme hızını belirtir.





Horizontal lead-in radius



Horizontal lead-out Radius

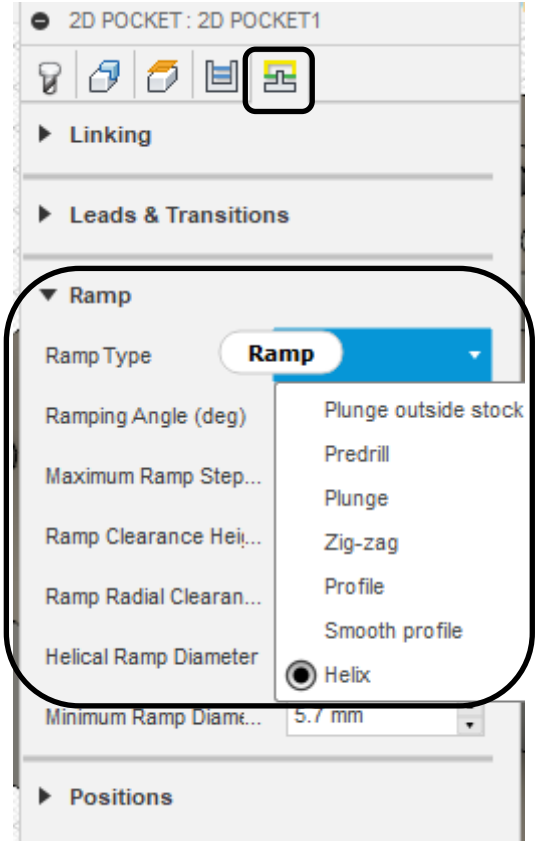
Leads & Transitions: Giriş ve Geçişler.

Horizontal Lead-In Radius: Yatay giriş hareketleri için yarıçapı belirtir

Vertical Lead-In Radius: Giriş hareketinden takım yoluna geçerken giriş anındaki temas eden yüzeyde pürüzsüzleştiren dikey yay yarıçapı.

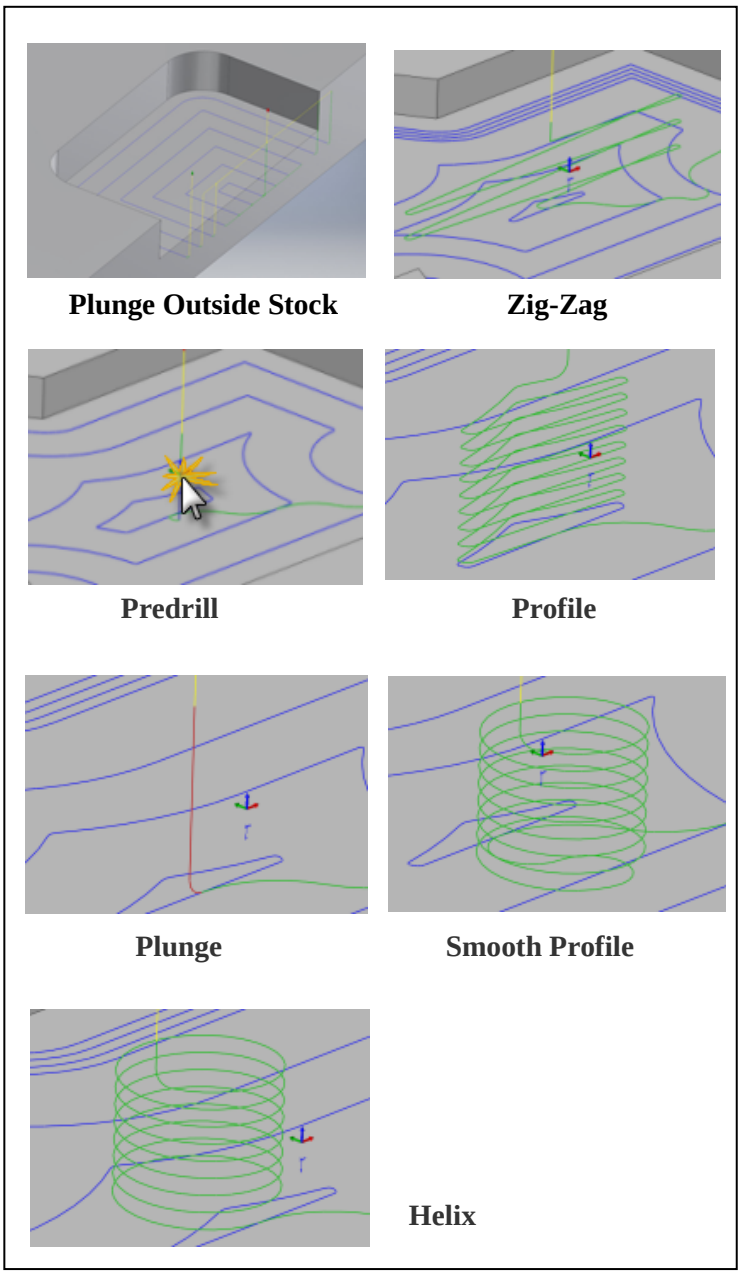
Vertical Lead-In Radius: Giriş hareketinden takım yoluna geçerken giriş anındaki temas eden yüzeyde pürüzsüzleştiren dikey yay yarıçapı.

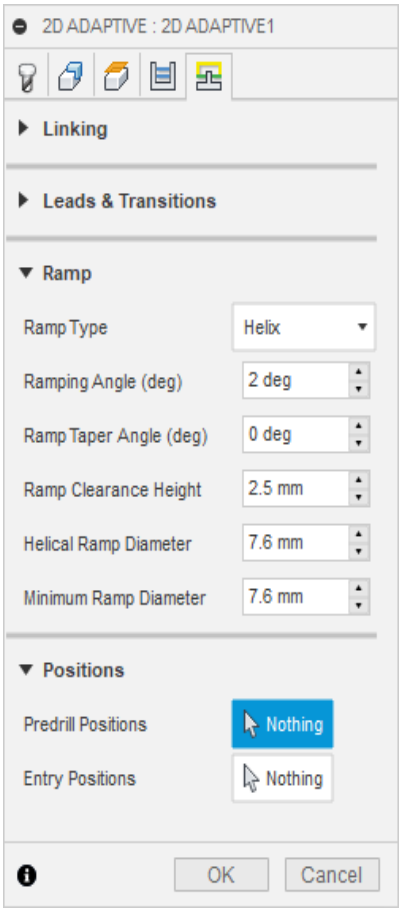
Ramp: Kesicinin her derinlik kesim hareketinin (Z ekseni yönünde parçaya giriş derinliği) nasıl olacağını belirler. Dolu parçalara dalış hareketi heliks yada smooth profil olabilir. Amaç ilk giriş anında kesici kırılmalarını önlemektir. Parmak freze çakıları dik kesmeye uygun değildirler. Bu sebepten kesici hareketi yataydan dike veya dik hareketten yataya doğru olmalıdır.

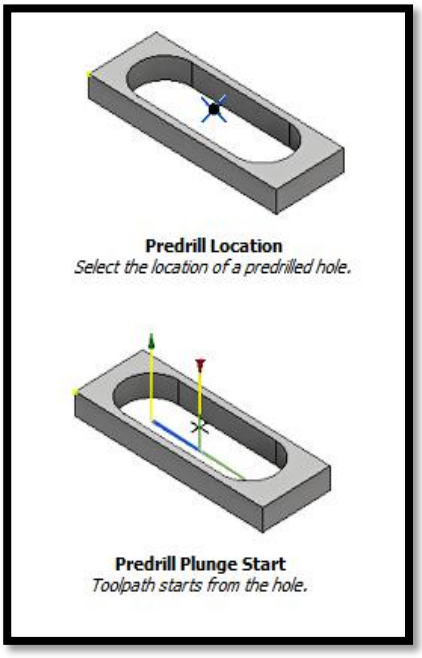


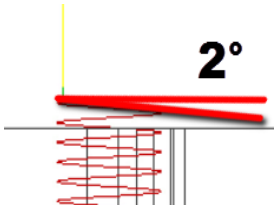
Görsel 2.16: Ramp tipleri
(İşleme yöntemi değiştiğinde o yönteme uygun Rampa seçenekleri ekrana gelecektir. Tüm seçenekler ekrana gelmez.)

Görsel 2.16: Ramp tipleri
(İşleme yöntemi değiştiğinde o yönteme uygun Rampa seçenekleri ekrana gelecektir. Tüm seçenekler ekrana gelmez.)

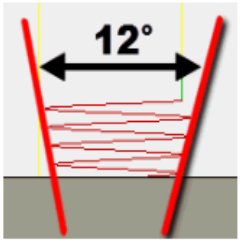






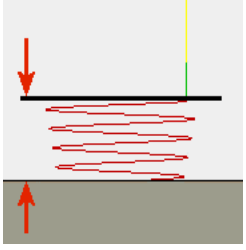


Ramping Angle: Kesim sırasında dikey eksende yaptığı heliks veya rampa açısını beliritir

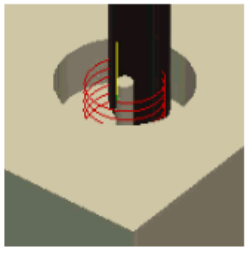


Ramp Taper Angle: Parçaya konik bir helis girişi oluşturur.

Maximum Ramp Stepdown: Rampa profilin de devir başına maksimum adım atmayı belirtir. Bu parametre, rampa sırasında tam genişlikte kesimler yaparken takım yükünün sırlamasına izin verir.



Rampa Boşluğu Yüksekliği: Heliksin rampa hareketine başladığı yerin yüksekliğini belirtir.



Value of 1.8 x the Dia.

Helical Ramp Diameter: Dolu bir bölgeye helisel bir giriş için kullanılan maksimum çapı belirtir. Seçeneğe bağlı bir değerdir. Amaç iyi talaş tahliyesidir. Girilen değer takımın çapından büyükse, helezonun ortasında bir çıkıntı meydana gelir.

Minimum Ramp Diameter: Rampa hareketinde uygun küçük Helix çapı. Bu değer her zaman Helix Rampa çapından daha küçük olmalıdır, böylece program mevcut cebe veya kanala uyan bir aralık hesaplayabilir. Küçük çaplar talaş tahliyesini azaltabilir, titreşim yaratabilir ve takımın kırılmasına neden olabilir.

Predrill: Kesicinin malzemeye girmesine izin vermek için deliklerin açıldığı noktaları seçin.

Görsel 2.17 Rampa ve Predrill Hareketleri

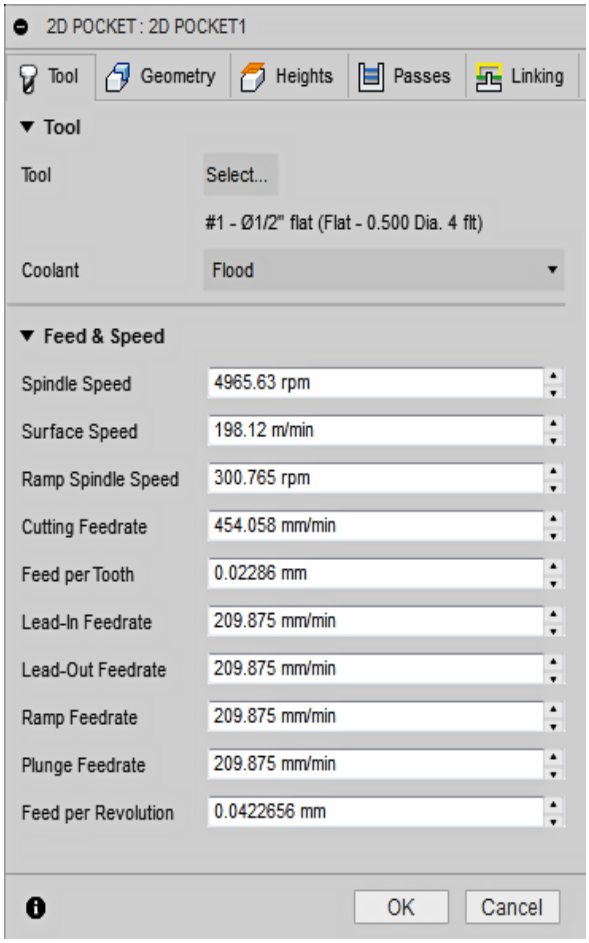
2.3 2D Pocket

2D Pocket seçeneği, aslında kaba freze işlemdir. Bir boşluğu temizleyebilir, bir ceb bölgesini açabilir veya bir çıkıntının etrafındaki alanı temizleyebilirsiniz. Takım yolu, işlenen sınırın şekline benzeyecektir. İşleme alanı olarak; kenarlar, çizimler veya düz yüzey seçilebilir. Konik duvarlar ve ön delik delmesi için giriş pozisyonlarını içerir. Daha önce anlatılan 2D adaptive clearing seçeneğindeki seçim menüleri ve değerleri ile aynıdır. Ekrana gelen tablolar aynısıdır.

2D POCKET yöntemi de diğer işleme yöntemleri gibi 5 böleden oluşur. Bunlar;

TOOL : KESİCİ SEÇİMİ
GEOMETRY : İŞ PARÇASI GEOMETRİSİ SEÇİMİ
HEIGHTS : KESME YÜKSEKLİK AYARLARI
PASSES : KESME DEĞERLERİ
LINKING : KESİCİ GİRİŞ, ÇIKIŞ VE BAĞLANTILARI

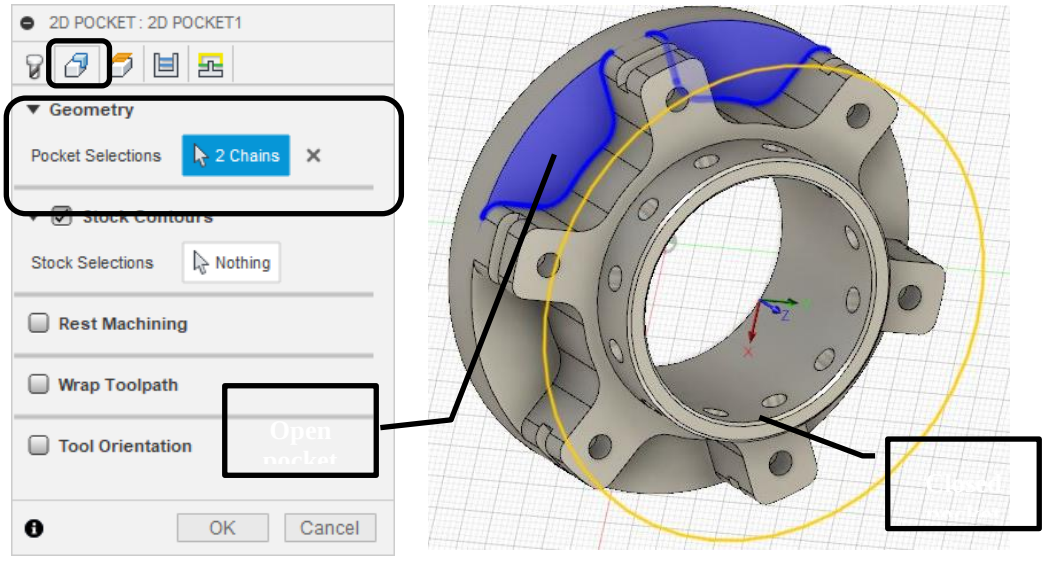
2.3.1 Tool - Kesici Seçimi



Spindle Speed: Kesici dönme devri (RPM)
Surface Speed: Parça üst yüzeyinde geçişlerdeki ilerleme (m/min)
Ramp Spindle Speed: parçaya dalış sırasındaki devri
Cutting Feedrate: Kesme ilerlemesi mm/min
Feed per Tooth: Kesme anındaki kesici ağız başı ilerleme
Lead-In Feedrate: Kesmeye ilk giriş anındaki ielerlemesi
Lead-Out Feedrate: Kesme sonundaki çıkış ilerlemesi
Ramp Feedrate: İş parçasına helisel bir dalma yaptığındaki verilecek ilerleme
Plunge Feedrate: İş parçasına dik dalma kullanılacağı zamanki ilerleme
Feed per Revolution: Diş başı ilerleme

Spindle Speed: Kesici dönme devri (RPM)

2.3.2 Geometry - İş Parçası Geometrisi Seçimi



Geometry: İş parçası üzerindeki işlenecek bölgelerin seçimi

Stock Contours: İşleme alanı sınır çizgisi seçimi

Wrap Toolpath: 4 eksen uygulamalarında kullanılan sarmal profil seçim komutu

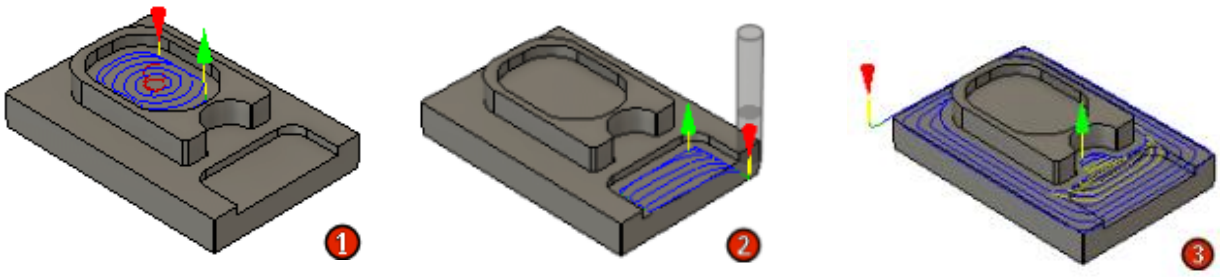
Tool Orientation: Kesici takım referans noktası ayarlaması veya değişimi

İş parçası geometri seçiminde 2D çizim, yüzey veya işleme alanı kenarları seçilebilir. İşleme alanı sınırlandırılacak ise tasarım kısmından sınırlama çizgisi oluşturulmalıdır. Görselde oluşturulan sınır alan çizgisi ve işleme sonunda ki takım yolu görülmektedir. Bu sınır çizgisi Stock Contours sekmesi aktif edilerek seçilir.

Geometri Bölge Seçimi

Prizmatik parçalarda 3 tip geometri bölgeleri oluşur:

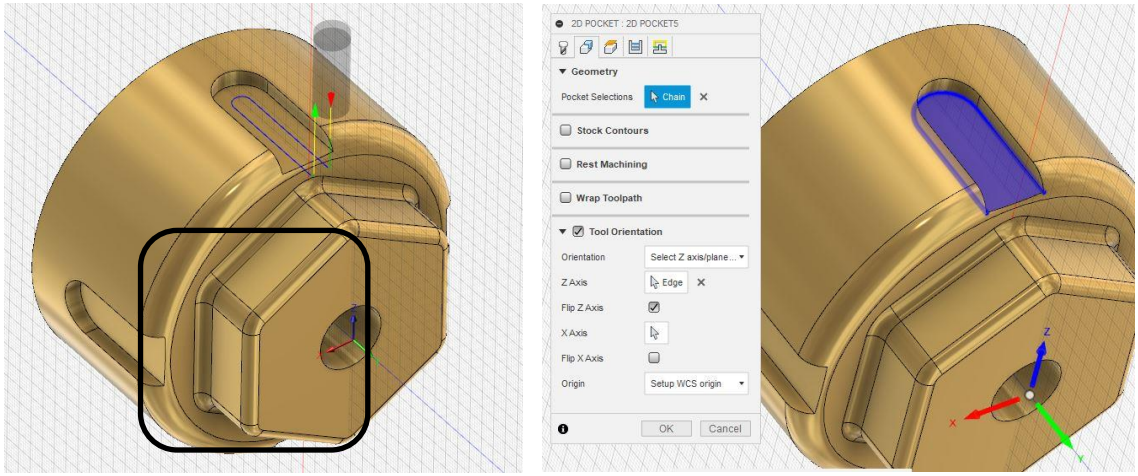
- Kapalı pocket bölgesi – 1. seçim
- Açık pocket bölgesi – 2. seçim
- Sabit seviye bölgesi – 3. seçim



Görsel2.18: Pocket seçenekleri ve sınır alanları

C eksen tornalama işleminlerinde Frezeleme işlemleri yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli işlemlerden birisi kesicinin çalışma ekseni ile seçilen işleme geometrisinin uygunluğudur. Eğer bir silindirik parçanın üzerindeki bir pocket bölgesi işlenecekse parmak frezenin Z ekseni işlme

bölgesine dik olacak şekilde **Tool Orientations** sekmesinden değiştirilmelidir. Tüm c eksen frezeleme işlemlerinde bu yöntem geçerlidir ve Z eksen yönü mutlaka değiştirlmelidir.

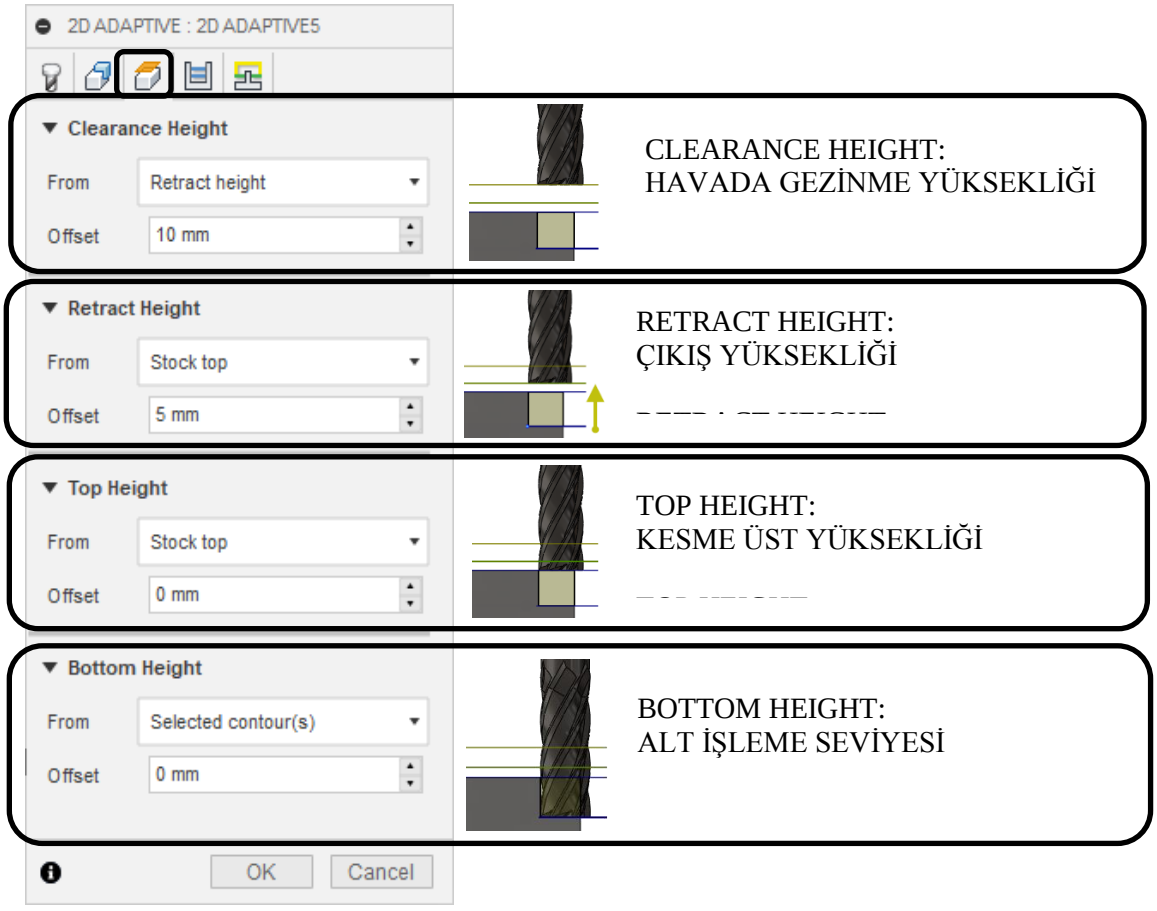


Görsel2.19: Pocket işlmeinde Takım çalışma ekseninin işleme bölgesine göre değiştirlmesi

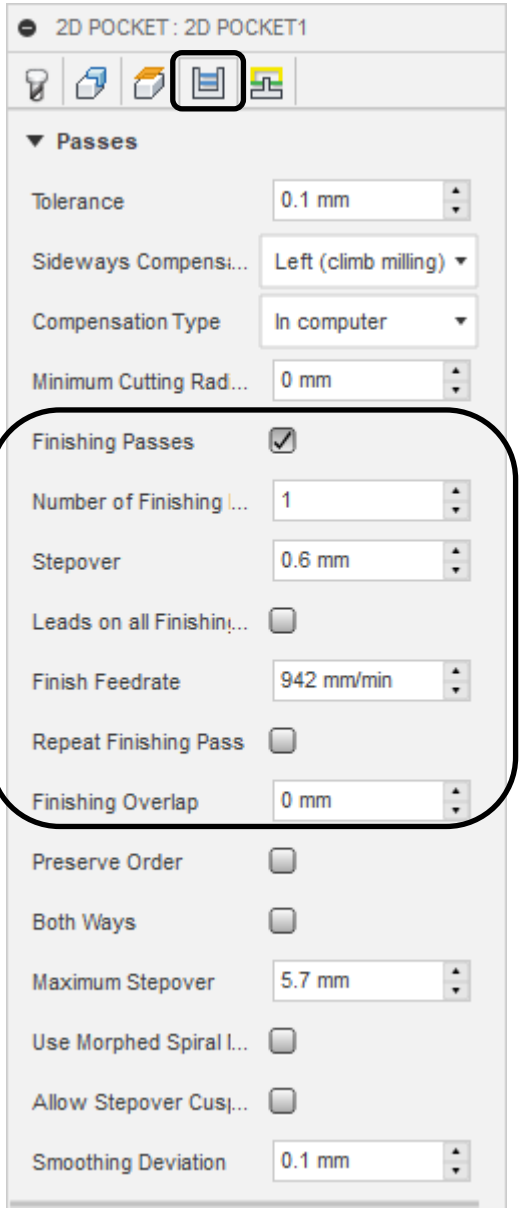
2.3.3 Kesme Yükseklik Ayarları

Bu kısımda kesicinin iş parçasına hangi mesafeden kesmeye başlayacağı, kesmenin hangi seviyede biteceği gibi kesicinin iş parçası üzerindeki kesme yükseklikleri girilir. İş parçasının istenilen seviyesinde kesme bitirilebilir veya istenilen seviyesinde kesme başlatılabilir. Bütün bu değişik ihtimaller bu kısımda değer olarak tanımlanır. Eğer hiçbir seçim yapılmaz ise iş parçası ve tanımlanan kütüğe göre takım yolu oluşturulur.

Clearance height: Havada gezinme yüksekliği
Retract height: Seçime geri çıkma yüksekliği ekler.
Top height: Seçime üst yüksekliği girilen değer kadar ekler.
Bottom height: Seçime alt yüksekliğini girilen değer kadar ekler.
Model top: Parça üst yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Model bottom: Parça alt yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Stock top: Kütük üst yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Stock bottom: Kütük alt yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler
Selected contour(s): Seçilen konturu referans alarak girilen değer kadar ekler
Selection: İş parçası üzerinden seçilen kenar, nokta, düzlemi referans alarak girilen değer kadar ekler
Origin (absolute): Ekranda bulunan orjini referans olarak kabul ederek girilen değer kadar öteler.

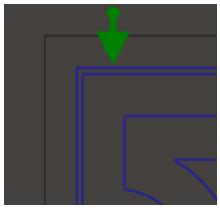

2D ADAPTIVE : 2D ADAPTIVE5
Clearance Height
From
Retract height
Offset
10 mm
CLEARANCE HEIGHT:
HAVADA GEZİNME YÜKSEKLİĞİ
Retract Height
From
Stock top
Offset
5 mm
RETRACT HEIGHT:
ÇIKIŞ YÜKSEKLİĞİ
Top Height
From
Stock top
Offset
0 mm
TOP HEIGHT:
KESME ÜST YÜKSEKLİĞİ
Bottom Height
From
Selected contour(s)
Offset
0 mm
BOTTOM HEIGHT:
ALT İŞLEME SEVİYESİ
OK
Cancel

2.3.4 Passes - Geçişleri



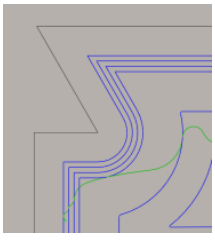
Finishing Passes
Frezeleme işlemine ilave olarak son bir kesme işlemi ekler. Bu kesim Finiş operasyonu olark adlandırılır. Kaba işlem içerinde aynı işleme yöntemi içerisinde finiş işlemi yapılmış olur. Son paso diğer talaş yüksekliklerine daha az bırakılarak işleme yüzey kalitesi ve işleme tamlığı daha iyi konuma gelir.

Finishing passes açık



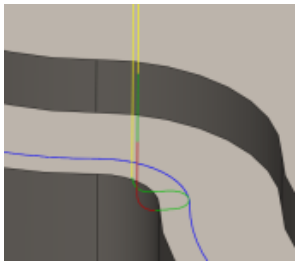
Finishing passes kapalı

Number of Finishing Passes: Finiş paso miktarı ekleme

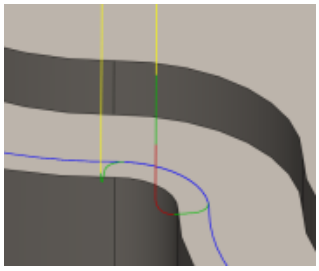


Number of Finishing Passes: 3

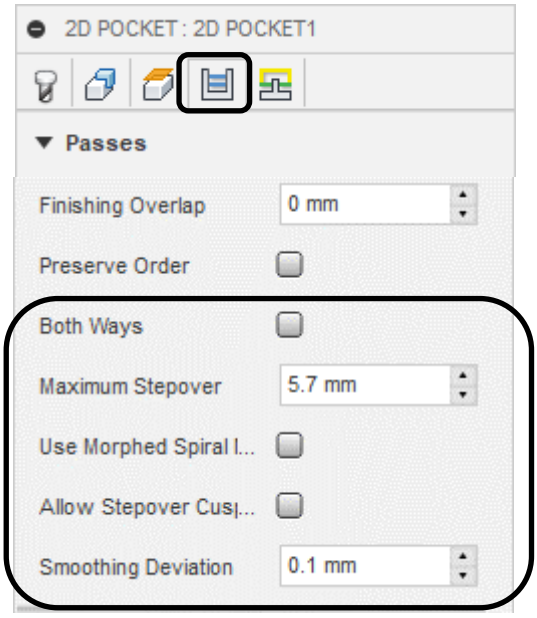
Stepover: Finiş işlemindeki yanal adım.
Repeat Finishing Pass: Son takım yolunu 2 defa tekrarlatır.
Finishing Overlap: Kesicinin finiş işleme de takım yollarının ilk girişte bırakacağı izleri temizlemesi için giriş değerini belirli bir miktar uzatır.



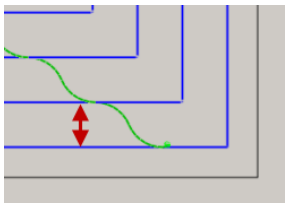
Finishing overlap kapalı



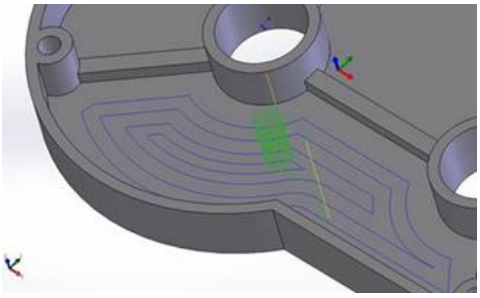
Finishing overlap açık



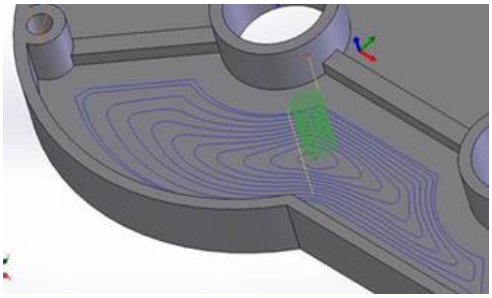
Both Ways: Çift taraflı kesim işlemi yapar. Climp ve Conventional kesimi birleştirir.
Maximun Stepover: Yanal adımlar arasındaki maksimum mesafeyi belirler.



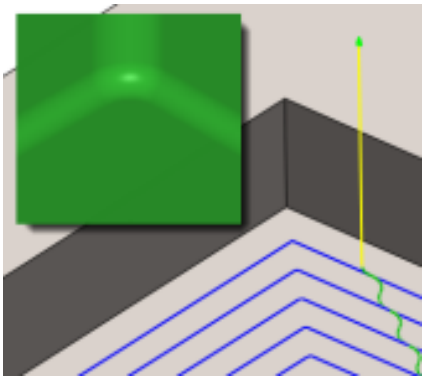
Use Morphed Spiral Machining: Pocket bölgeleri işlerken sabit takım yolu oluşturur. Bu seçenek seçildiğinde CNC tezgahı daha önceki seçeneğe göre zorlanmadan daha iyi bir kesim yapar.
Allow Stepover Cusps: Küresel veya köşe Radius lu kesici ile Pocket bölgesi işlendiğinde yanal adımlarda kalan basamak izlerini yok eder.
Smoothing Tolerance: 2D veya 3D eğirilerin yumuşatma toleransı verilerek daha az G kodları oluşturur. XY,XZ veya XZ düzlemleri üzerinde bulunan 2D eğrileri daha başarılı şekilde dönüştürür



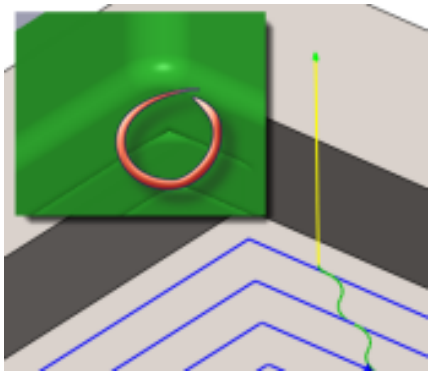
Görsel 2.20: Standard 2D pocket toolpath



Morphed spiral 2D pocket toolpath

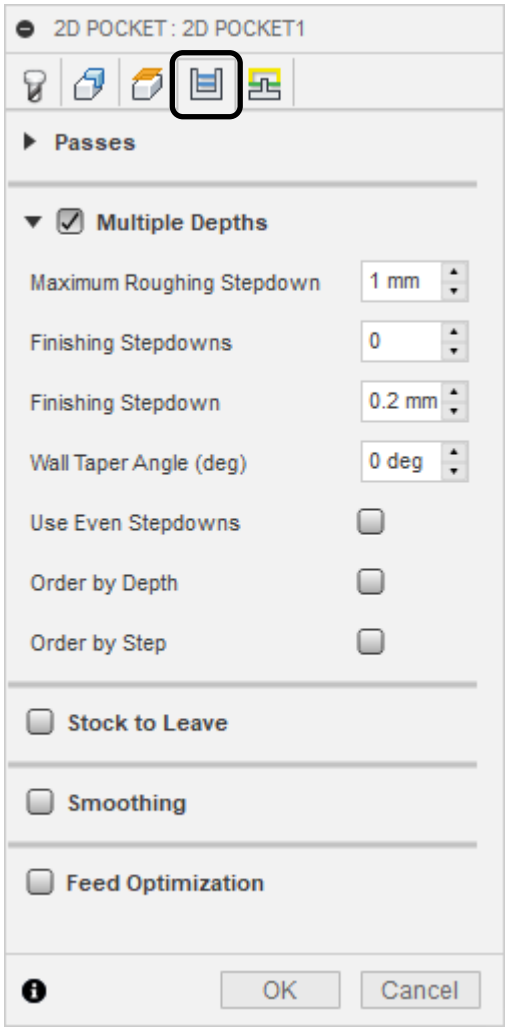


Görsel 2.21: Allow stepover cusps açık



Allow stepover cusps kapalı

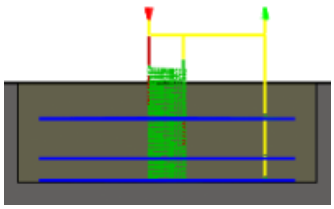
Multipe Depths: Bu seçenek sabit kesme yükseklikleri vermek için kullanılır. Verilen talaş yüksekliği kadar her pasoda kesme işlemi yapılır. Eğer iş parçasını tek seferde işleyecekseniz bu seçenek aktif edilmez.



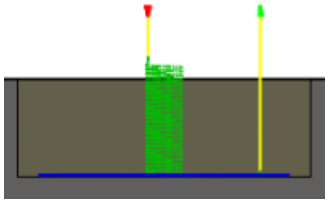
Use Even Stepdowns: Girilen talaş yüksekliğini işlenecek parça yükseklğine göre son paso hariç eşit talaş yükseliğinde keser.

Use Even Stepdowns: Girilen talaş yüksekliğini işlenecek parça yükseklğine göre son paso hariç eşit talaş yükseliğinde keser.

Maximum Roughing Stepdown: En fazla kesme yüksekliği değeri mm olarak olarak verilmelidir. Kesme yüksekliği işlenecek toplam yüksekliğe tam bölünür. Kalan talaş son pasoda işlenir.

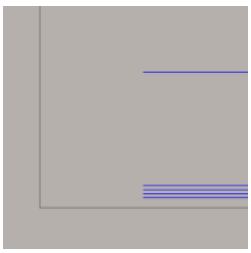


Çoklu takım yolu aktif

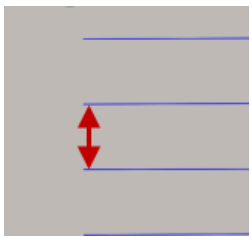


Çoklu takım yolu kapalı

Finishing Stepdowns : Son işlemdeki Talaş paso sayısı
Finishing Stepdown : Son işlemdeki Talaş yüksekliği

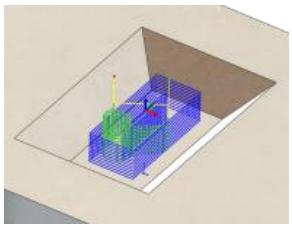


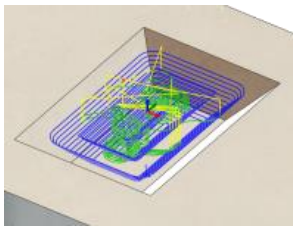
Finishing Stepdowns



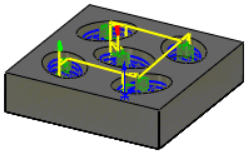
Finishing Stepdown

Wall Taper Angle (deg.): İşlenecek Pocket bölgesini açılı olarak işlemek için kullanılır.

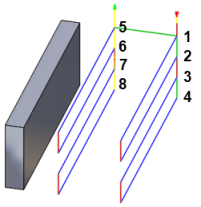




Order by Depth : Katman olarak kesme
Order by Step : Adımsal olarak işleme



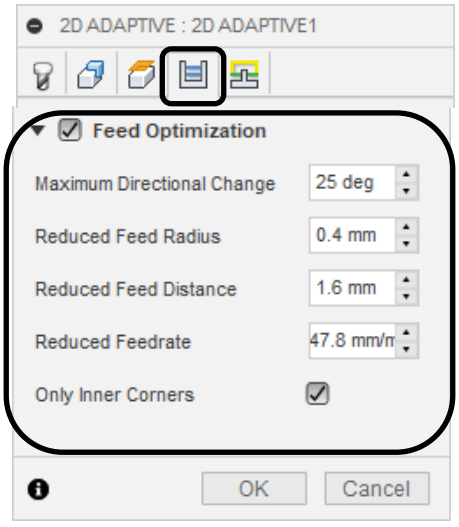
Order by Depth



Order by Step

Feed Optimization: İlerleme değeri uyarlamaları

Bu seçenek aktif yapıldığında alt seçenekler ekranda ortaya çıkar. Eğer kesme ilerlemesini geometriye göre değişim göstermesini istiyorsak uygun kesme ilerlemesi girilerek onaylanmalıdır. Takım yolunu değiştirmez, oluşturulan takım yolu üzerindeki ilerleme değerlerini değiştirir. Köşe dönüş ve hızlanmaları kontrol eder.



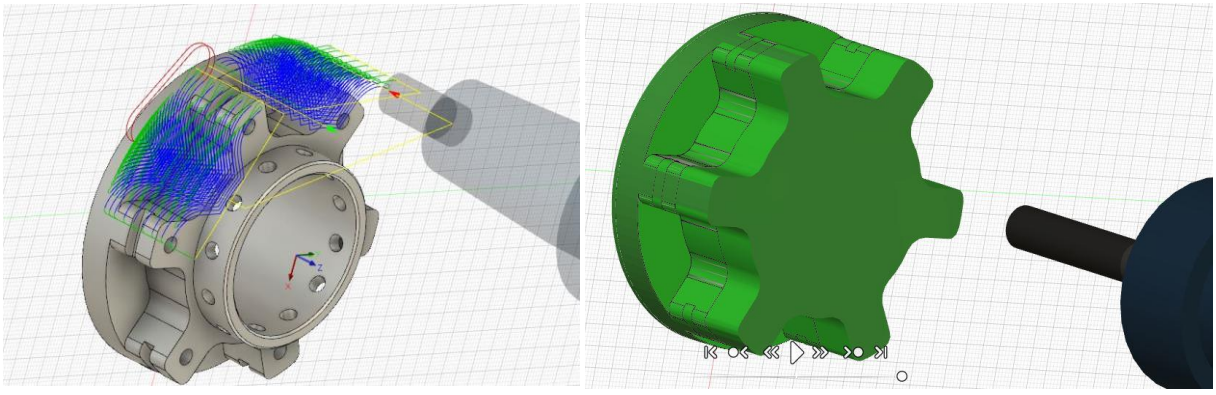
Maximum Directional Change
Kesme ilerleme hızı azaltılmadan önce izin verilen maksimum açısal değişikliği belirtir.

Reduced Feed Radius
İlerleme azaltılmasından önce izin verilen minimum yarıçapı belirtir.

Reduced Feed Distance
Köşe dönüşünden önce yavaşlanacak mesafeyi belirtir.

Reduced Feedrate
Köşe dönüşü öncesi yavaşlama mesafesi

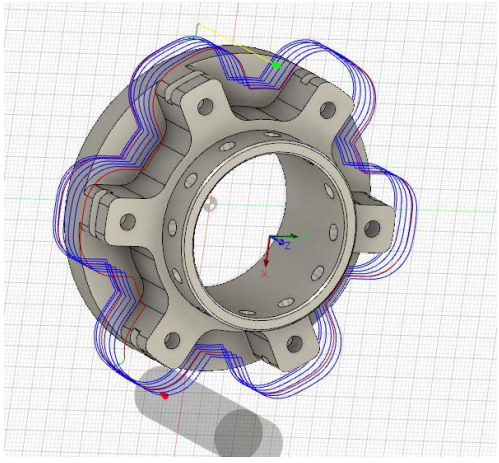
Only Inner Corners
Yalnızca iç köşelerdeki keseme ilerleme hızını azaltmak için etkinleştirilir.

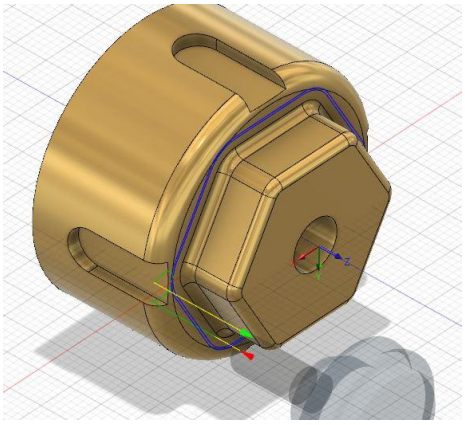


Görsel 2.22 2D Pocket ile oluşturulan takım yolu ve simulasyonu

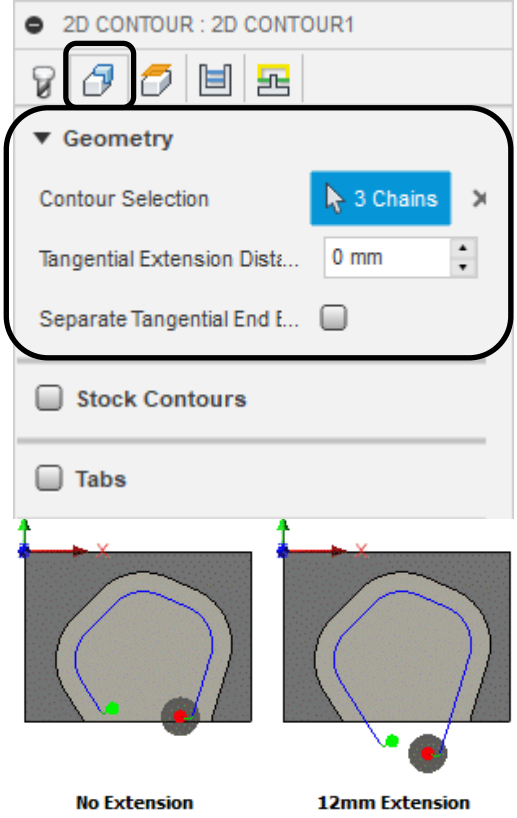
2.4 2D Contour

2D Kontur işlemi, iş parçası üzerindeki veya 2D çizim halindeki profilleri işlemenize olanak sağlar. İşleme konturu olarak kenar, 2d çizim veya düz yüzey arasından seçilebilir.

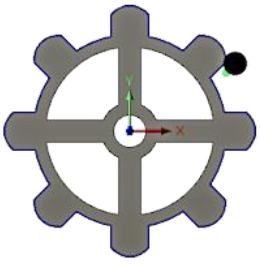




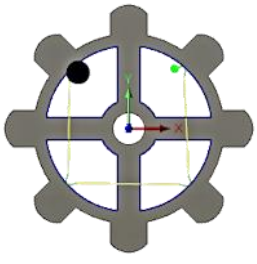
Görsel 2.23: 2D Contour yöntemi ile C eksen tornalama ile işlenmiş parçaların takım yolları



Contour Selection: İşleme sınırını tanımlamak için herhangi bir Yüz, Kenar veya Çizim öğesini seçilir. Bir Yüzeyin seçilmesi ile tüm kenarlarda takım yolları oluşturulur. Yüzünde delik veya cep bulunan alanlar için Kenar seçimi kullanılır. Alt kenarın seçilmesi durumunda, kesme derinliği referansını otomatik olarak ayarlayacaktır.



Dış konturların seçimi

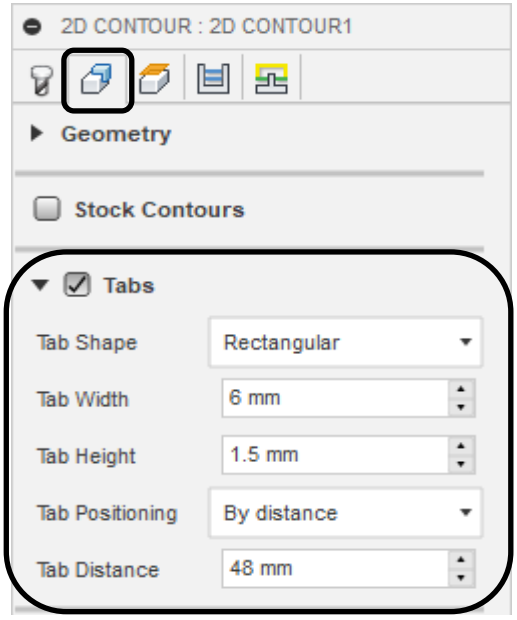


İç konturların seçimi

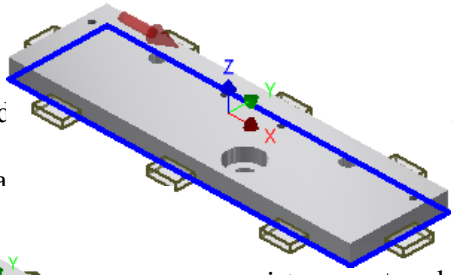
Tangential Extension Distance: Açık konturlar da, seçilen konturun başlangıcını, sonunu veya çoklu konturu uzatmak için kullanılır. Bu, başlangıç açısına ve bitiş noktalarına bağlı olarak teğet bir doğrusal uzatma oluşturur. Oluşturulan uzatma seçilen geometrinin bir uzantısıdır.

2.4.1 Tabs: Tırnak Yeri Bırakma

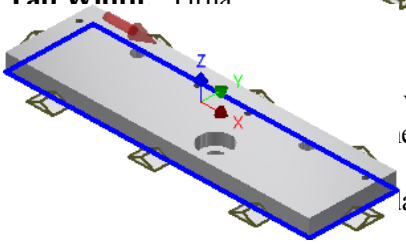
Malzemeler işlenirken iş parçasını güvenli bir şekilde tutmak için 2D Contour takım yoluna tırnaklar eklenir. Sekmeler, 2D işleme seçeneklerinde kullanarak ince plastik veya ahşap malzemelerin kesilmesinde çok kullanışlıdır.



Tab Shape: Dikdörtgen veya Üçgen şeklinde tırnak seçimi yapılır.
Tab Width: Tırnak genişliği için bir değer belirlenir.
Tab Height: Tırnak yüksekliği için bir değer belirlenir.
Tab Positioning: Tırnaklar arasındaki mesafeyi (Mesafeye göre) belirtmek veya istenen tırnak konumlarını noktalarla belirtmek için kontur yolu boyunca nokta yerleri seçelir.
Tab Distance: Tırnaklar arasındaki mesafenin değerini belirlenir.

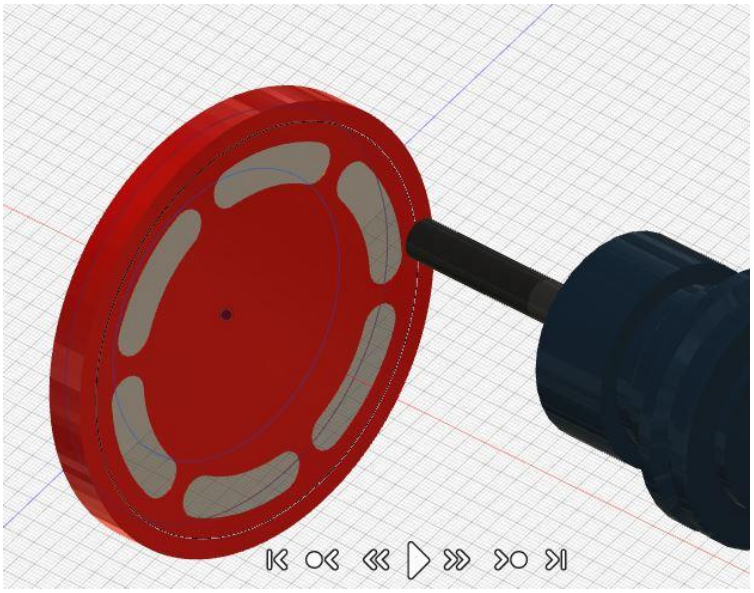


Tab Shape: Dikd
seçimi yapılır.
Tab Width: Tırna



veya istenen tırnak
ek için kontur yolu

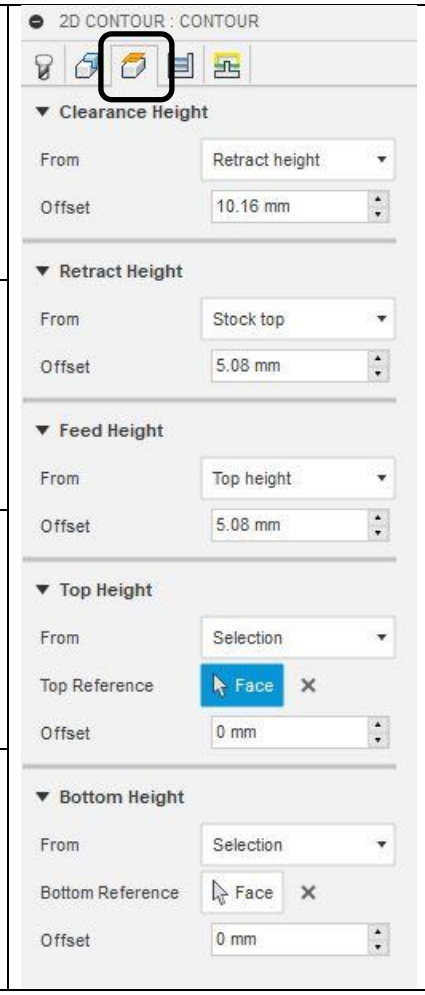
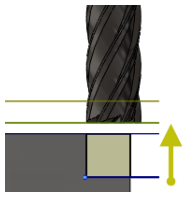
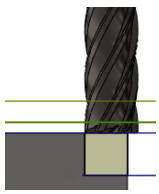
laki mesafenin değerini



Görsel 2.24: 2D Contour işlenmede parça üzerine bağlantı tırnağı bırakma işlemi

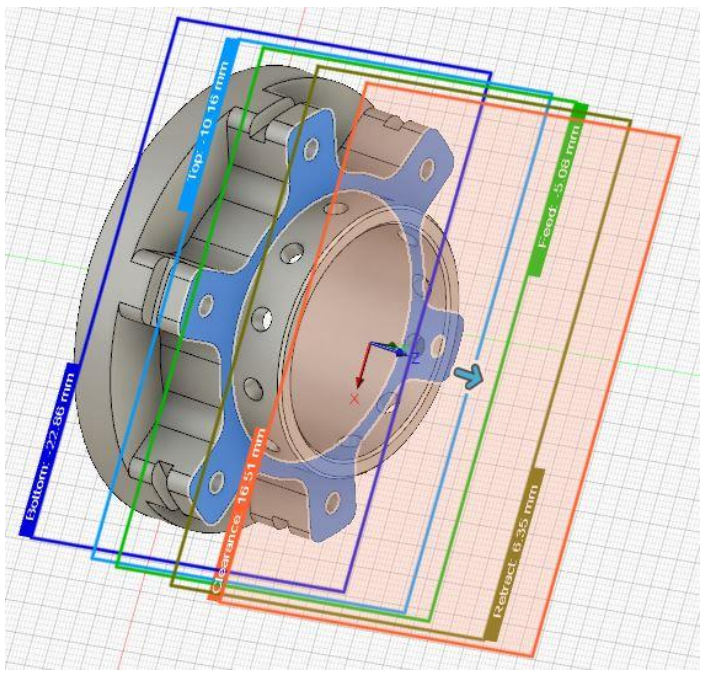
2.4.2 Heights (Yükseklik Ayarları)

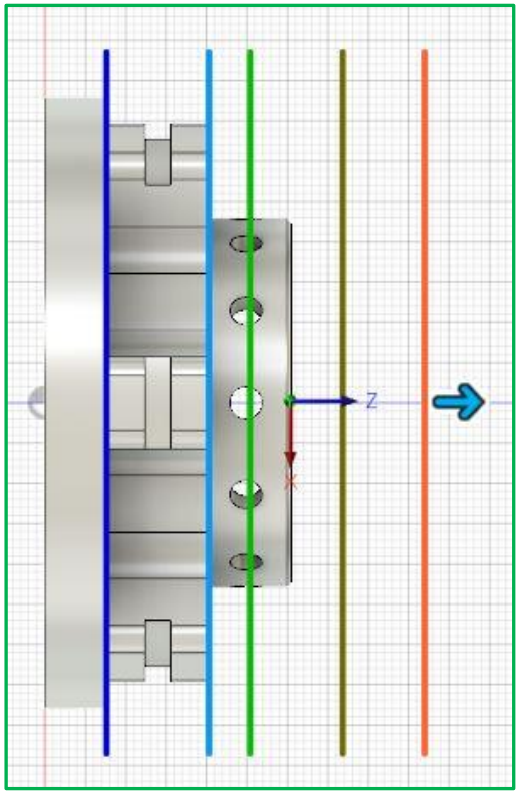
Bu kısımda kesicinin iş parçasına hangi mesafeden kesmeye başlayacağı, kesmenin hangi seviyede biteceği gibi kesicinin iş parçası üzerindeki kesme yükseklikleri girilir. İş parçasının istenilen seviyesinde kesme bitirilebilir veya istenilen seviyesinde kesme başlatılabilir. Bütün bu değişik ihtimaller bu kısımda değer olarak tanımlanır. Eğer hiçbir seçim yapılmaz ise iş parçası ve tanımlanan kütüğe göre takım yolu oluşturulur.

<table>
<tr>
<td> </td>
<td>CLEARANCE HEIGHT :
HAVADA GEZİNME YÜKSEKLİĞİ</td>
<td rowspan="4"> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>RETRACT HEIGHT :
ÇIKIŞ YÜKSEKLİĞİ</td>
</tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>TOP HEIGHT :
KESME ÜST YÜKSEKLİĞİ</td>
</tr>
<tr>
<td> </td>
<td>BOTTOM HEIGHT :
ALT İŞLEME SEVİYESİ</td>
</tr>
</table>

Görsel 2.25: 2D Contour işlenmede yükseklik tablasu

Clearance Height : Havada gezinme yüksekliği
Retract Height : Seçime geri çıkma yüksekliği ekler.
Top Height : Seçime üst yüksekliği girilen değer kadar ekler.
Bottom Height : Seçime alt yüksekliğini girilen değer kadar ekler.
Model top : Parça üst yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Model bottom : Parça alt yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Stock top : Kütük üst yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler.
Stock bottom : Kütük alt yüksekliğini referans alarak girilen değer kadar ekler
Selected contour(s) : Seçilen konturu referans alarak girilen değer kadar ekler
Selection : İş parçası üzerinden seçilen kenar, nokta , düzlemi referans alarak girilen değer kadar ekler
Origin (absolute): Ekranda bulunan orijini referans olarak kabul ederek girilen değer kadar öteler.

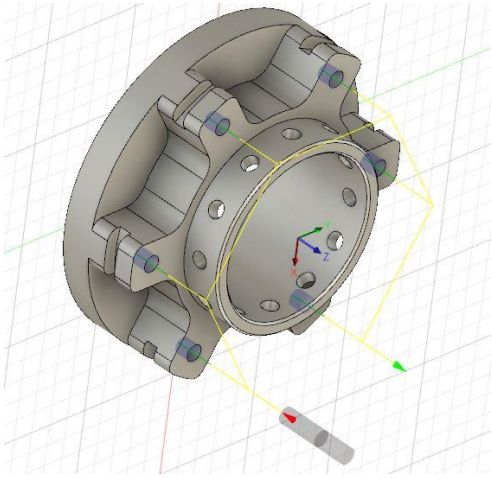




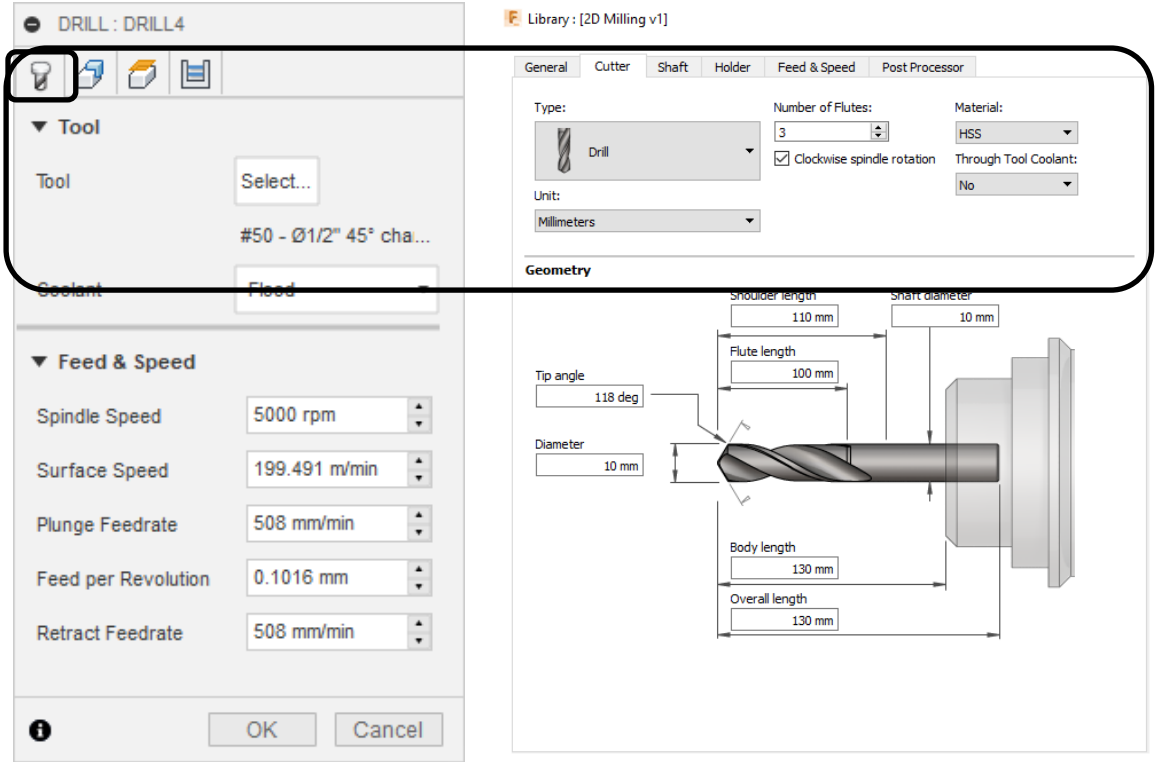
Görsel 2.26: C eksen parçada yükseklik değerleri

2.5 Turning Drilling - Delik Delme

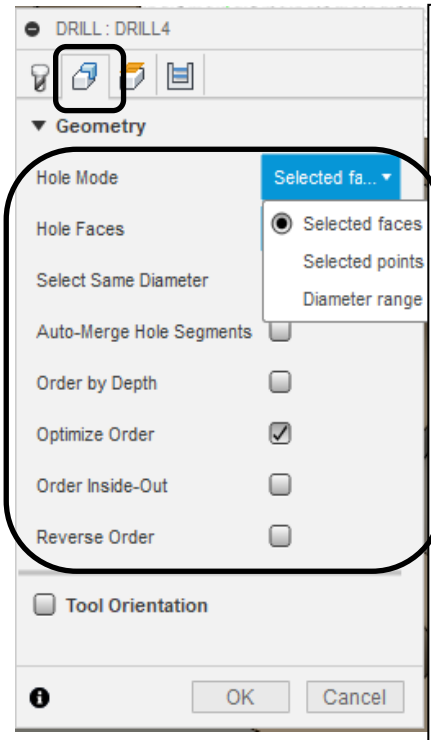
İş parçası merkezinde veya yüzeyindeki delikleri delmek için kullanılır. Fusion 360 torna için özel bir delik delme komutu yoktur. Delik delme işlemi Freze ile aynı parametreleri içerdiğinden frezeleme komutundaki delik delme seçeneği kullanılır.



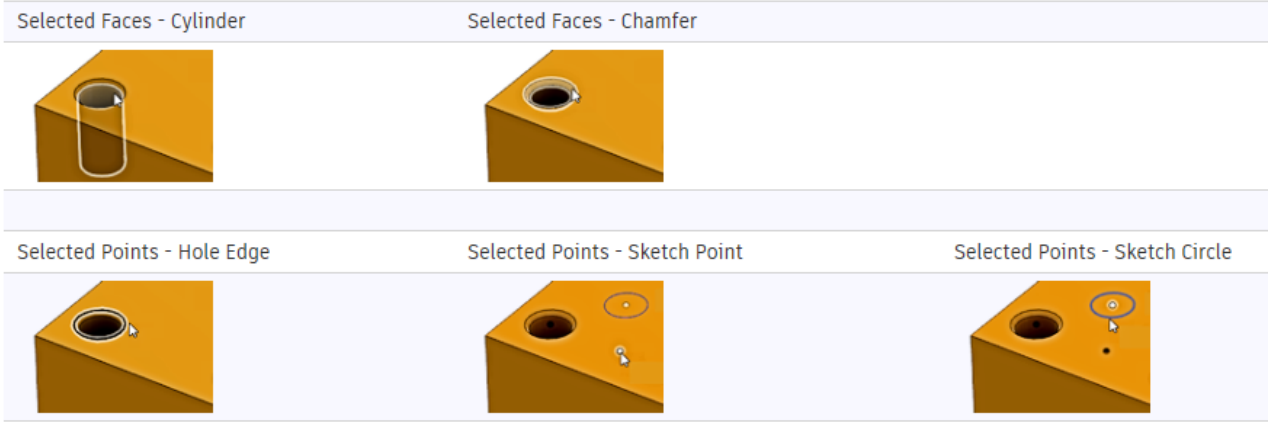
2.5.1 Tool- Kesici Seçimi



Görsel 2.27: Drilling operasyonu için kesici (Matkap) seçimi

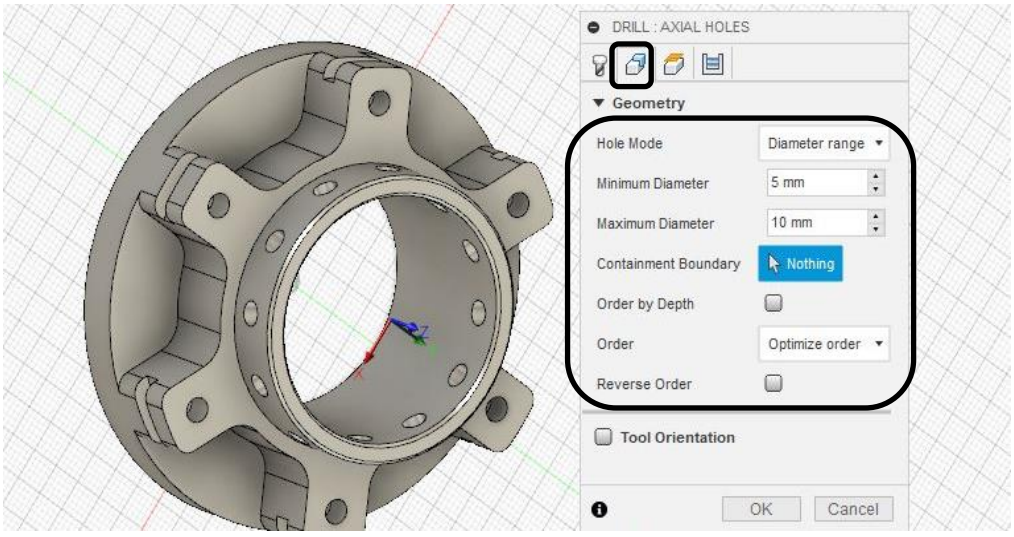


Selected Faces: Bu seçimde silindir veya delik yüzeylerini model üzerinden seçim içindir.
Hole faces: SelectedFaces seçeneği aktif edildiğinde açılır. Delinecek delik bölgelerinin yüzeyini seçmek için kullanılır.
Selected Points: Bu seçimde, delik kenarları veya çizim geometrisi gibi geometri bazlı delik seçimi içindir.
Hole Points: SelectedPoint seçeneği aktif edildiğinde açılır. Delinecek delikler için delik kenar, nokta veya 2D daire çizimi gereklidir.
Diameter Range: Deliklerin min/maks. çap ölçüsü aralığına dayalı otomatik bir seçimdir. Geometri sınırlaması ile belirli alandaki delikler tanımlanabilir.
Select SameDiameter: Aynı çapdaki delik veya silindirik dış yüzeyleri seçer.
Auto-Merge Hole Segments: Birden fazla delikleri birleştirmek için kullanılır.
Orderby Depth: Delik seçiminien yüksekten en düşüğe veya en alttan en yükseğe doğru değiştirir. İşaretlenmemişse, seçim en yüksek Z seviyesindeki deliklerle başlayacak ve kademeli olarak aşağı doğru hareket edecektir.
Order Inside-Out: Delik delme işlemini parçanın merkezinden dışarıya doğru yapacaktır.

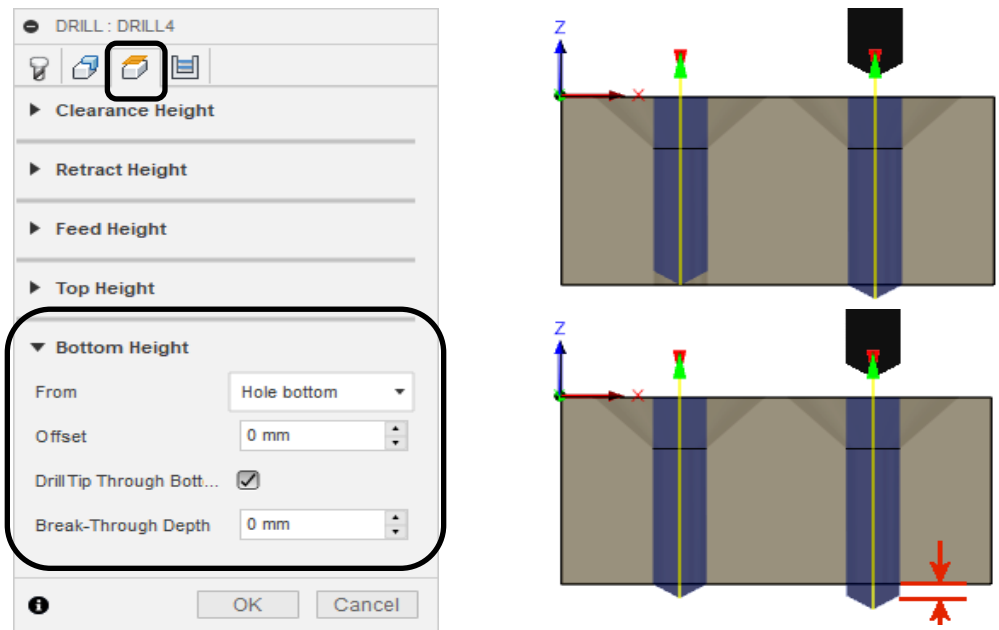


Görsel 2.28: Drilling operasyonu için delik geometrisi seçenekleri

2.5.2 Geometry – Delik Bölgelerinin Seçimi

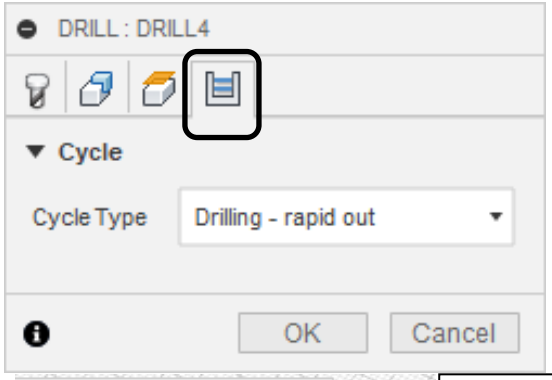


DiameterRange: Deliklerin min/maks. çap ölçüsü aralığına dayalı otomatik bir seçimdir. Geometri sınırlaması ile belirli alandaki delikler tanımlanabilir.
Minimum Diameter: Geometri üzerinde aranacak deliğin min. çapı
Maximum Diameter: Geometri üzerinde aranacak deliğin max. çapı
Orderby Depth: Delik seçiminien yüksekten en düşüğe veya en alttan en yükseğe doğru değiştirir. İşaretlenmemişse, seçim en yüksek Z seviyesindeki deliklerle başlayacak ve kademeli olarak aşağı doğru hareket edecektir.
Order Inside-Out: Delik delme işlemini parçanın merkezinden dışarıya doğru yapacaktır.
Reverseorder: Yapılan tüm seçimleri tersi olacak şekilde yapar.

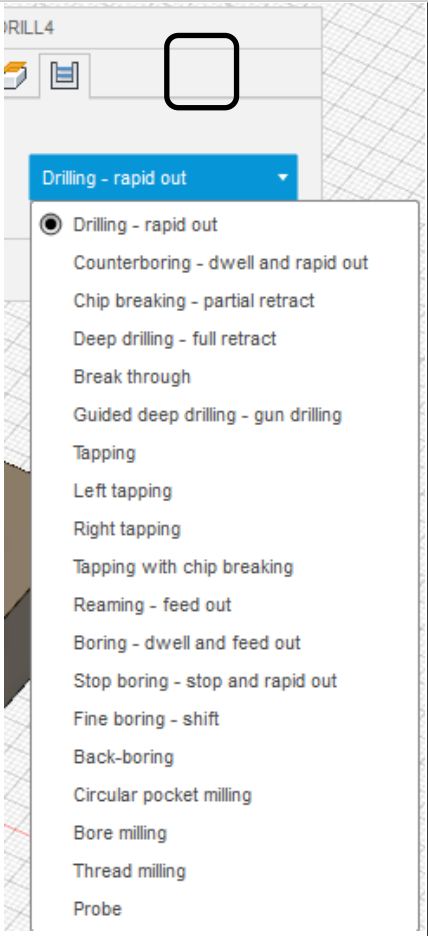


Görsel 2.29: Drilling operasyonu Bottom Height seçenekleri

2.5.3 Passes- Geçiş Seçenekleri



Drill Tip Through Bottom: Etkinleştirildiğinde, matkap deliği sonuna kadar delecektir. Matkabın yanağını deliğin altındaki tam çapa konumlandırır. Ayrıca d-matkabın iş parçası aalt yüzeyinden daha fazla aşağı inmesi için Break-Through Depth seçeneği ortya çıkar.
Break-Through Depth: Kesici ağzının, parçanın temiz bir şekilde kesildiğinden emin olmak için deliğin altından ne kadar geçeceğini belirtir.



Drilling - rapidout: Seçilen deliği delip hızlı dışarı çıkar. G81 komutu ile delik delme tipidir. (G81)

Counterboring - dwellandrapidout: Civata başları için kullanılan delik tipidir. Delik işlemi bitiminde belirli bir süre bekletip hızlı çıkış yapar.(G82)

Chipbreaking – partial retract: Takım çapı takımının üç veya dört katından fazla derinliğe sahip delikler için. Talaşları kırmak ve / veya soğutucunun deliğe girmesine izin vermek için kesiciyi periyodik olarak geri çeker. Bu aynı zamanda gagalayarak delik delme yöntemine benzer.

Deepdrilling - fullretract: Derinliği fazla olan deliklerin delinmesinde kullanılır. Talaşları temizlemek ve / veya deliği soğutucu sıvıyla doldurmak için kesiciyi delikten tamamen geri çeker. Bu aynı zamanda gagalayarak delik delme olarak da bilinir.

Tapping: Kılavuz çekme işlemidir. Bir delikte sağ veya sol vida açar. (G84/G74)

Reaming: Rayba çekme işlemidir. Bu bir hassas delik delme işlemidir.

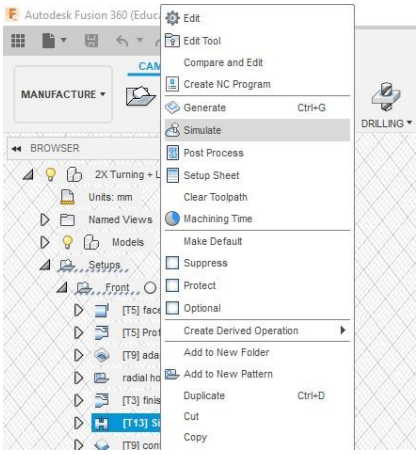
Circular pocket milling: Dairesel pocketleri işlemek için özel delik komutudur.

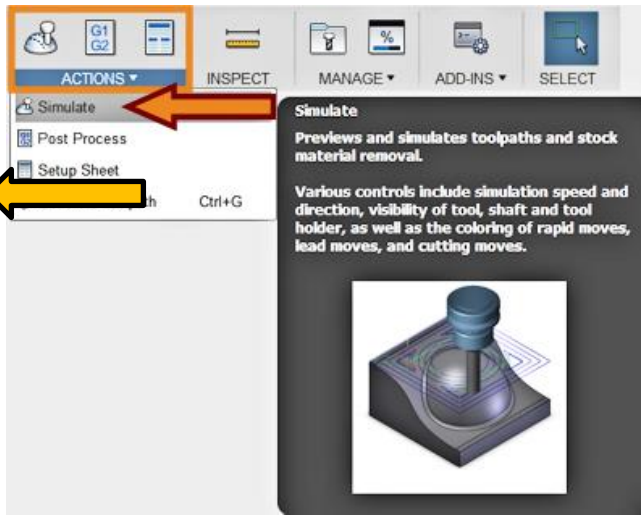
Boremilling: Bu komut delikleri helezonik frezeleme için kullanılabilir.

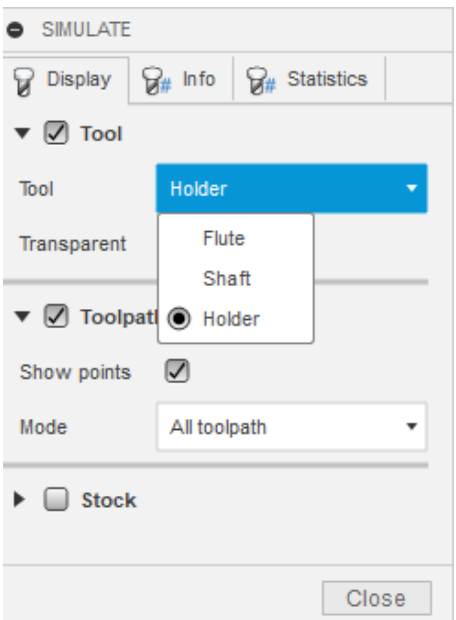
Probe: Parçadaki bir özelliği bir prob aracıyla ölçmek için kullanılır veya WCS'yi tanımlamak için makineden makroları kullanılır. Makineye bağlı olarak posta işlemcilerinde özel işlem gerekir.

2.6 Takım Yolu Simülasyonu

Bir takım yolu oluşturduktan sonra, Simulate işlevini kullanarak sonucu inceleyebiliriz. Simülasyon, makinede yaptığınız gibi gerçek kesme hareketini görmemizi ve çarpışmaları algılamanızı sağlar. Herhangi bir tek takım yolunu veya takım yolu seçeneklerini simüle edebilirsiniz. Takım yolları ekranın sol tarafında bulunan işlem ağaçında oldukları sıra ile simüle edilecektir. Takım yollarını seçtikten sonra, işlemi sağ tıklayıp Simulasyonu seçerek de işlem sonucunu görebiliriz. Ayrıca Eylemler menüsünü aşağı çekerek de erişebilirsiniz.





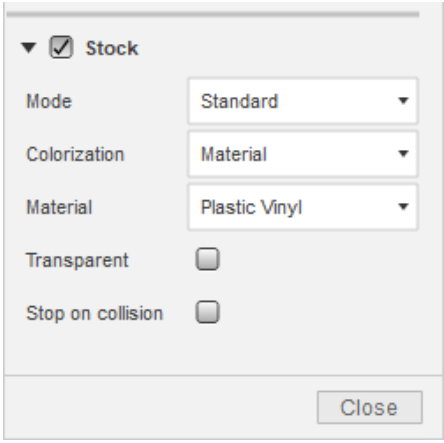


Tool
Flute: Kesicinin kesen ağız kısmı
Shaft: Kesicinin sap kısmı ile olan yüksekliği
Holder: Kesici ile tutucunun da ekrana getirilmesi

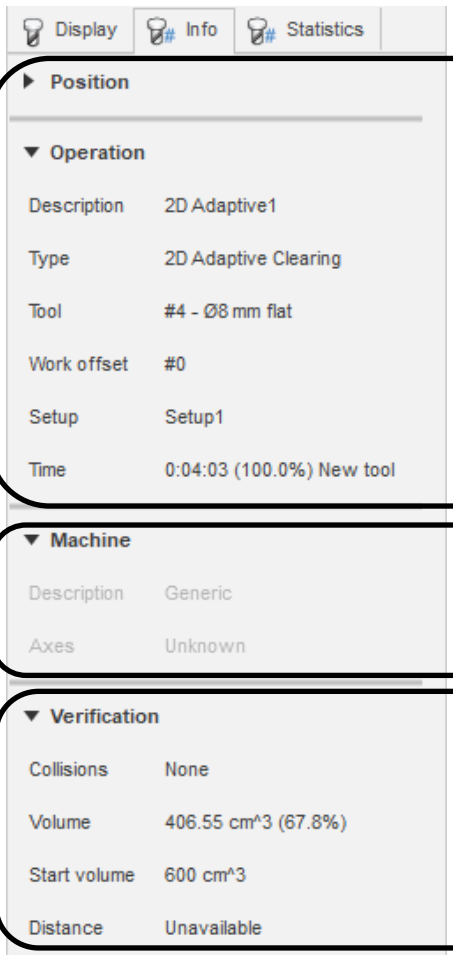
Toolpath: Seçildiğinde takım yolları simülasyon ekranına gelir.
Shoepoints: Geçiş noktalarını ekrana getirir.
Mode: Ekrana gelen takım yolunun öncesi ve sonrasınında görülmesini sağlar.

Stock: Seçenek aktif yapıldığında belirlenen stok yeşil bir renk alarak ekrana gelir ve kesme işlemini kütük üzerinden yapar.

Tool
Flute: Kesicinin kesen ağız kısmı



Stock : Kütük gösterim seçenekleri
Mode
Standard: 3 eksenden 5 eksene kadar işleme simülasyonu görmek için kullanılır.
Fast: sadece 3 eksen simülasyon görmek için kullanılır. Amaç daha hızlı sonuca gitmektir.
Colorization: Cam işlemindeki operasyonları ve değerleri farklı renklerle renklendirerek ekrana getirir.
Material: Kütük için atanan bir malzemeyi gösterir. Sadece görsel bir seçenek sunar.
Transparent: Kütüğü şeffaflaştırır.

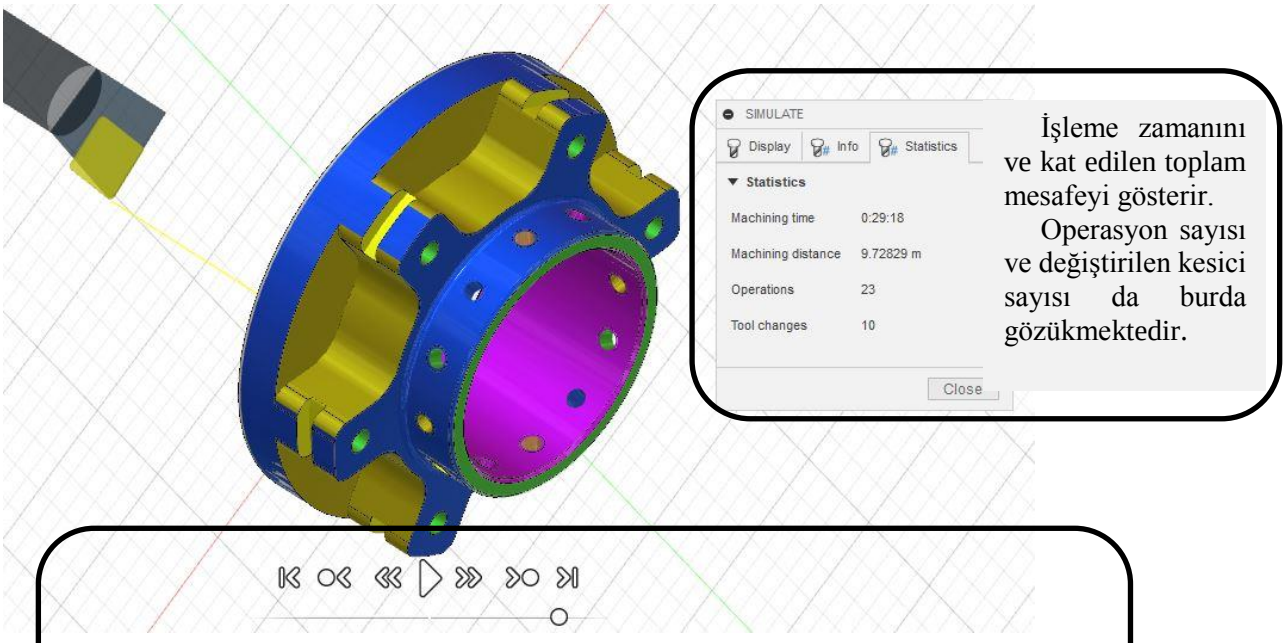


Position: Kesicinin bulunduğu konumu gösterir. Simülasyon sırasında X,Y,Z eksenlerinde sıfır noktasına göre konumunu gösterir.
Operation: Bu bölümde seçilen işleme stratejisinin adını, kullanılan kesiciyi, makine ofsetini ve işleme süresini gösterir

Position: Kesicinin bulunduğu konumu gösterir. Simülasyon sırasında X,Y,Z eksenlerinde sıfır noktasına göre konumunu gösterir

Seçilen ve programın kendi atadığı CNC tezgâhının tipi ve özelliklerini gösterir

Kütüğün hacmini ve işlenen talaş hacmini gösterir



İşleme zamanını ve kat edilen toplam mesafeyi gösterir.

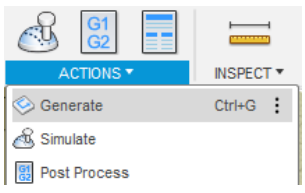
Operasyon sayısı ve değiştirilen kesici sayısı da burda gözükmektedir.

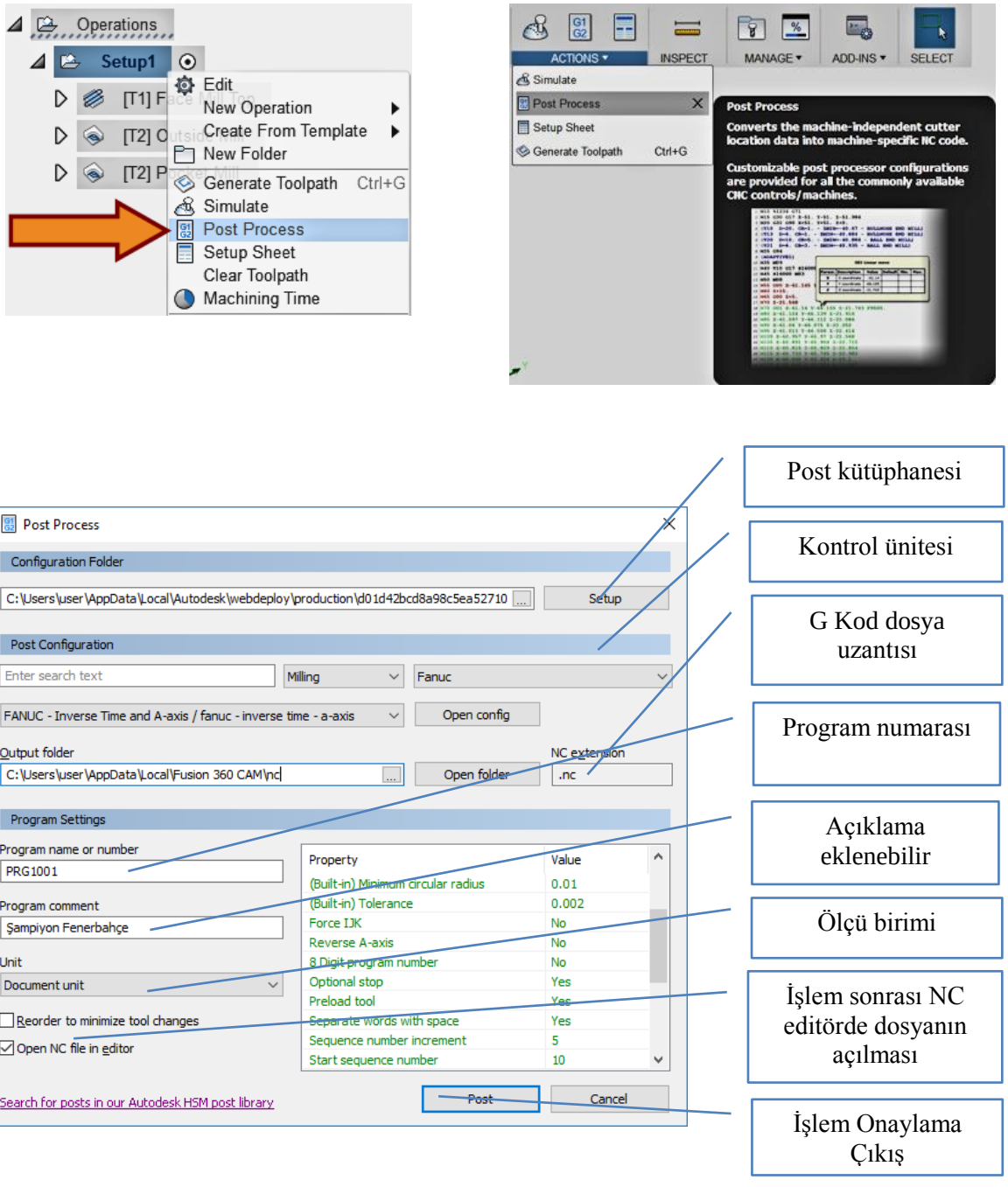
Simülasyon Oynatıcı Kontrolleri ekranın altında gösterilir. Ortadaki oka basarak, oynatıcıyı başlatır. Kontrol oklarının altında, takım yolu simülasyonu oynatma hızını kontrol etmek için bir kaydırıcı bulunur. Merkeze yaklaştıkça yavaşlar. Merkezin sağında takım yolu ileri oynatılır. Merkezin solunda takım yolu geriye doğru oynatılır.

2.7 Post Processing NC-Code (G kodları oluşturma)

İşleme sonrası takım yollarının bir NC makinesinin diline dönüştürülmesi gerekir. Bu çıkış genellikle, takım tezgâhını hareket ettirmek için kullanılan G Kodu şeklindedir. Farklı makineler, kontrol üniteleri için bu G kodları uygun ve uyumlu olacak şekilde elde edilmelidir. Bu nedenle, bazı kodların standardizasyonu varken, tüm tezgâhlar aynı G kod formatını kullanmaz. Bu nedenle, Fusion 360 da çeşitli Post İşlemciler bulunur.

Tek bir takım yolu veya herhangi bir takım yolu seçimi için takım yolu elde edebiliriz. Yapılan tüm takım yollarının G kodları elde edilmek istenirse cam ürün ağaçındaki SETUP sekmesini sağ tıklayıp Post Processing sekmesi tıklanır. Eğer tek bir veya değişik operasyonların G kodları elde edilecekse seçilen işlemler sağ tıklanarak Post Processing sekmesi tıklanır. Eğer yapılan operasyonlarda değişiklik yapılmış ise G kodları oluşturulmadan önce mutlaka tekrardan takım yollarının tekrardan hesaplatılması gerekir. Bu işlem için Generate komutu tıklanarak işlem tamamlanmalıdır. Bu komut Actions ikon grubunun içindedir.

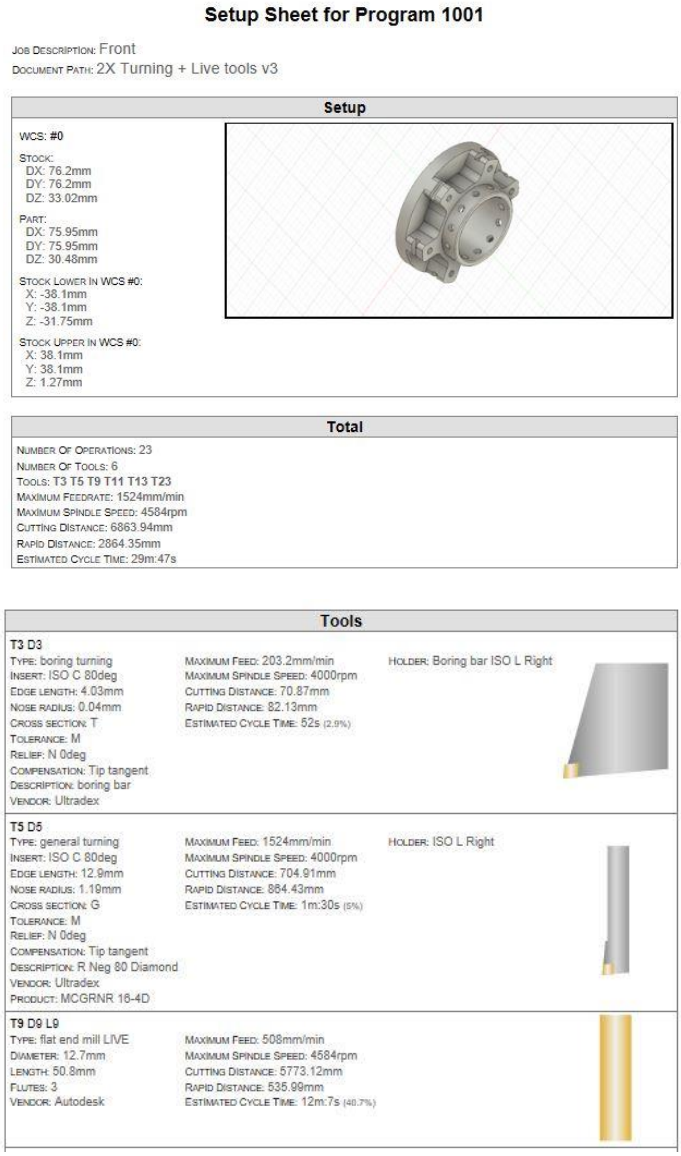




Görsel 2.30: Post Process menüsü ve alt tabloları

2.8 Setup Sheet (NC rapor çıktısı alma)

Setup Sheet özelliği, CNC operatörü için NC programına genel bir bakış oluşturmanıza olanak sağlar. Tezgahda parça işlenmeden önce iş parçasının fiziksel özellikleri ile yapılan Cam işlemlerine ön izleme sağlar. Bu sayede oluşabilecek iş kazaları ve olumsuz durumlar giderilmiş olur. İş parçası sıfır noktasının yönleri ve doğrultularını görmek açısından çok faydalı bir işlemdir. Bu bilgiye göre tezgâh operatörü iş parçasını hata yapmadan tezgâha bağlayabilir. Setup Sheet ikonu tıkladıktan sonra program dosyayı kaydetme klasörü ister. Bu işlem tamamlandığında HTML formatında bir dosya oluşur.



Setup Sheet for Program 1001

Job Description: Front
Document Path: 2X Turning + Live tools v3

Setup

WCS: #0

Stock:
DX: 76.2mm
DY: 76.2mm
DZ: 33.02mm

Part:
DX: 75.95mm
DY: 75.95mm
DZ: 30.48mm

Stock Lower in WCS #0:
X: -38.1mm
Y: -38.1mm
Z: -31.75mm

Stock Upper in WCS #0:
X: 38.1mm
Y: 38.1mm
Z: 1.27mm

Total

Number Of Operations: 23
Number Of Tools: 6
Tools: T3 T5 T9 T11 T13 T23
Maximum Feedrate: 1524mm/min
Maximum Spindle Speed: 4584rpm
Cutting Distance: 6863.94mm
Rapid Distance: 2864.35mm
Estimated Cycle Time: 29m:47s

Tools

T3 D3
Type: boring turning
Insert: ISO C 80deg
Edge Length: 4.03mm
Nose Radius: 0.04mm
Cross Section: T
Tolerance: M
Relief: N 0deg
Compensation: Tip tangent
Description: boring bar
Vendor: Ultradex
Maximum Feed: 203.2mm/min
Maximum Spindle Speed: 4000rpm
Cutting Distance: 70.87mm
Rapid Distance: 82.13mm
Estimated Cycle Time: 52s (2.9%)
Holder: Boring bar ISO L Right

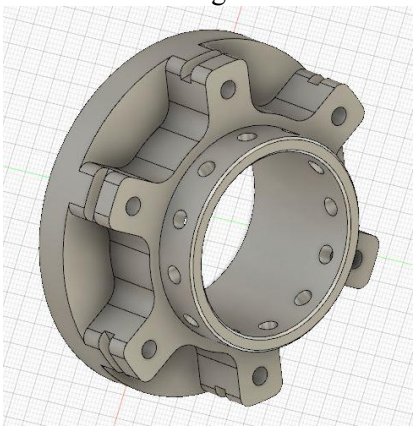
T5 D5
Type: general turning
Insert: ISO C 80deg
Edge Length: 12.9mm
Nose Radius: 1.19mm
Cross Section: G
Tolerance: M
Relief: N 0deg
Compensation: Tip tangent
Description: R Neg 80 Diamond
Vendor: Ultradex
Product: MCGRNR 16-4D
Maximum Feed: 1524mm/min
Maximum Spindle Speed: 4000rpm
Cutting Distance: 704.91mm
Rapid Distance: 864.43mm
Estimated Cycle Time: 1m:30s (5%)
Holder: ISO L Right

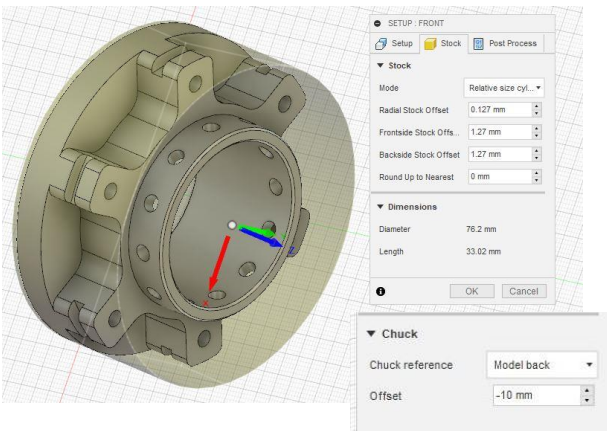
T9 D9 L9
Type: flat end mill LIVE
Diameter: 12.7mm
Length: 50.8mm
Flutes: 3
Vendor: Autodesk
Maximum Feed: 508mm/min
Maximum Spindle Speed: 4584rpm
Cutting Distance: 5773.12mm
Rapid Distance: 535.99mm
Estimated Cycle Time: 12m:7s (40.7%)

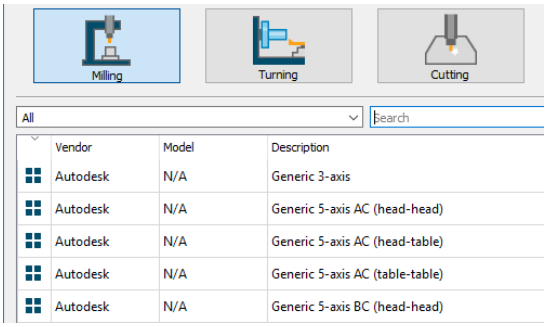
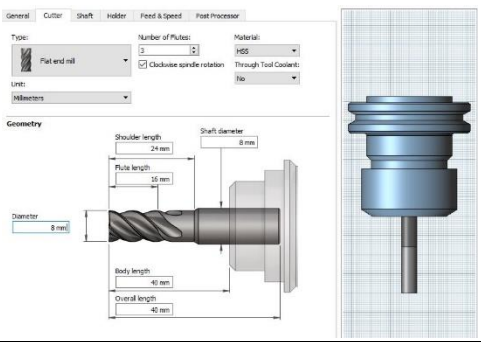
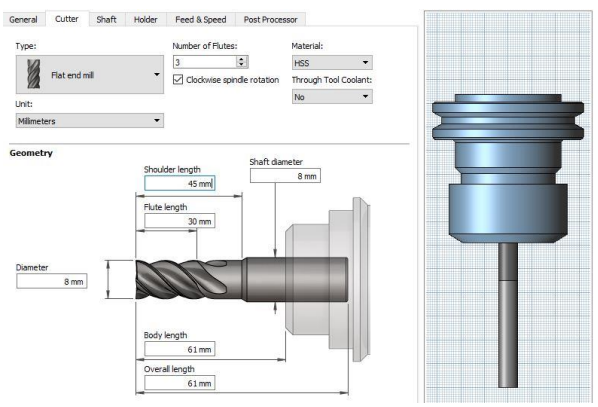
Görsel 2.31: Setup Sheet çıktısı

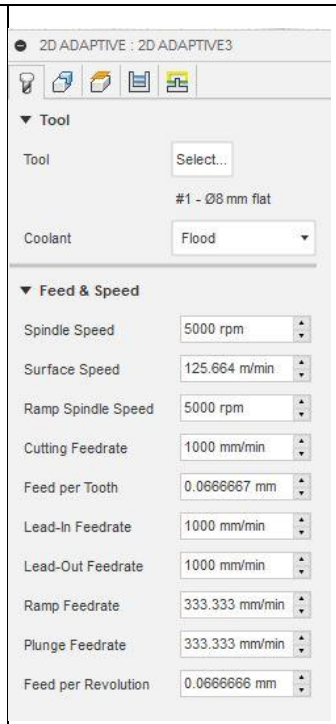
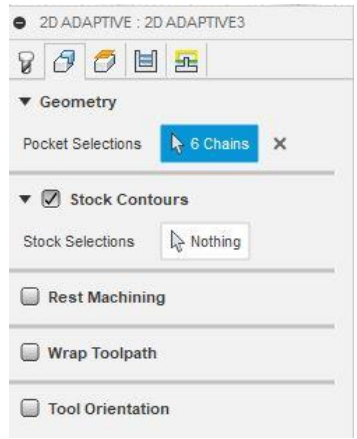
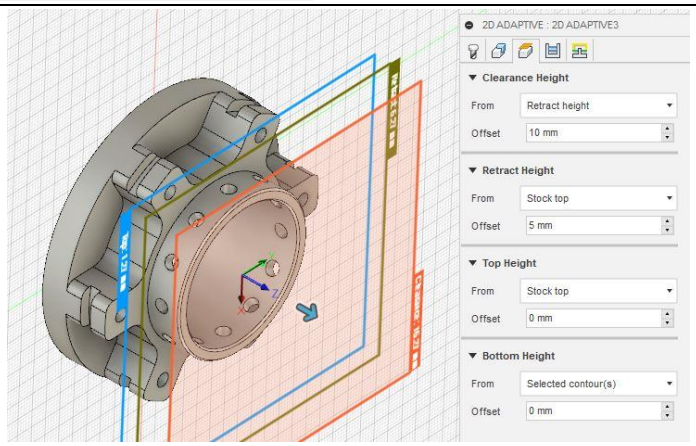
UYGULAMA FAALİYETİ-2

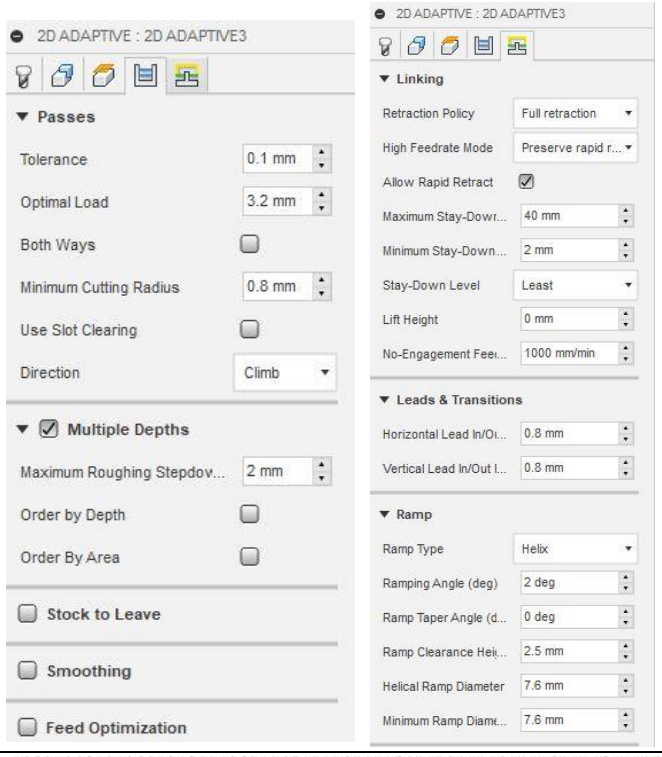
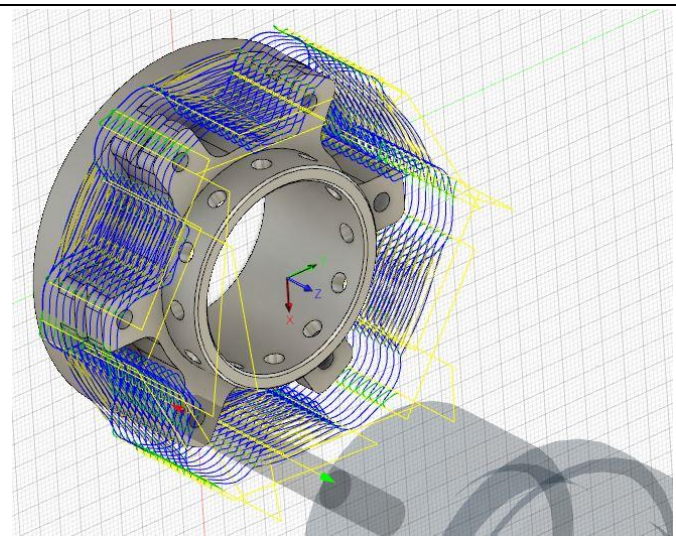
Aşağıdaki iş parçasını C eksen tornalalama işlemlerini (2d Adaptive ve 2d contour işlemini) uygulayarak tornalayınız ve takım yollarını oluşturunuz. Her iki operasyon işlemek için çapı 8 mm parmak freze kullanınız. Sıfır noktasını parçanın dış ve merkez noktası olarak tanımlayınız. Torna ayna ayakları iş parçasının arka kısmından 10 mm geride tutmalıdır.

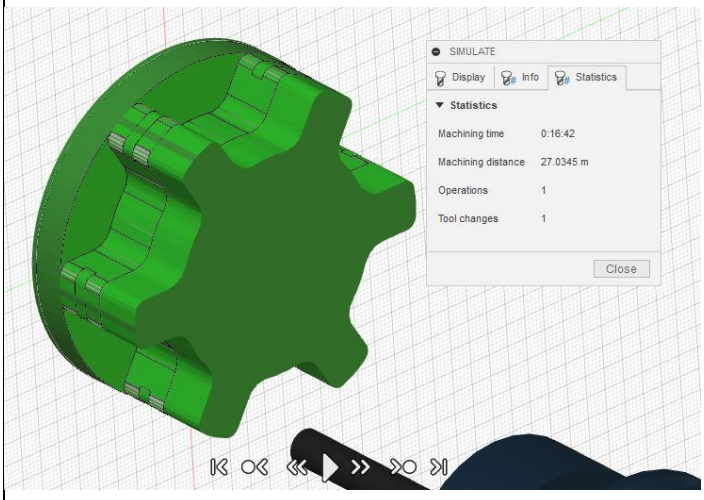
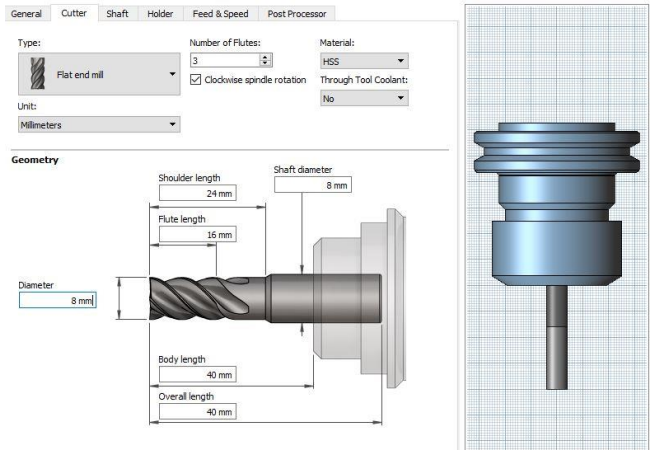


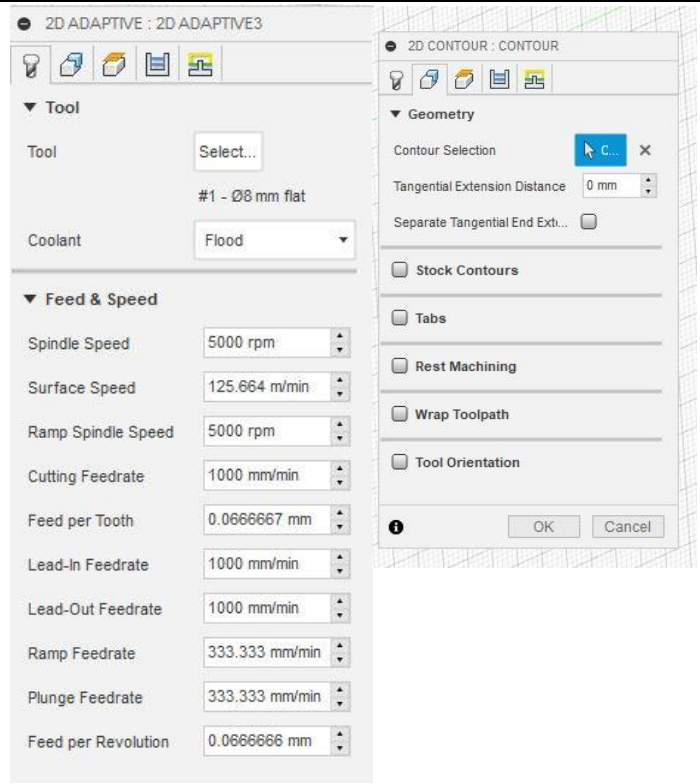
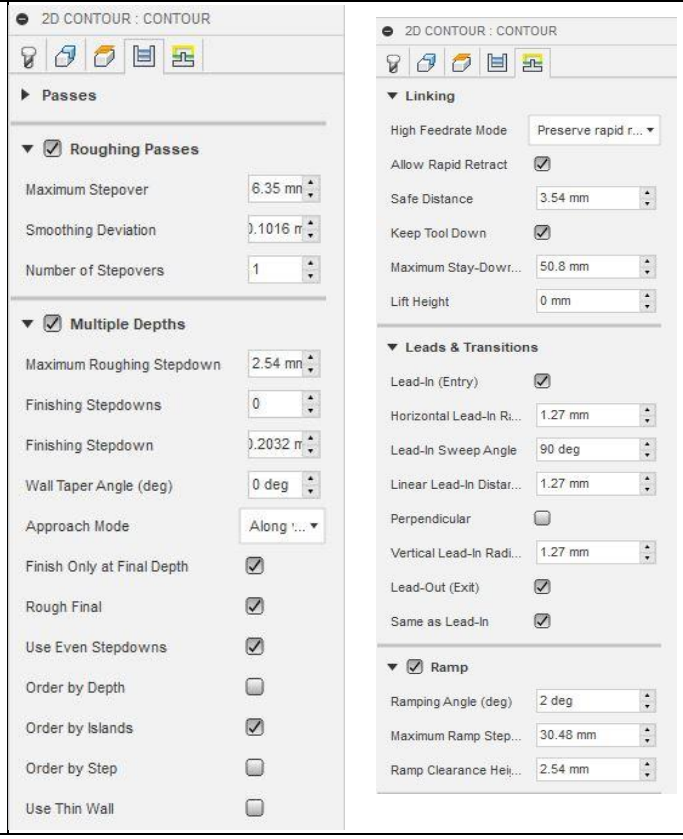
İşlem Basamakları	Öneriler
Parçanın CAD ortamına çizilmesi	CAM uygulama örnekleri kısmından parçayı CAM ortamına çağırırız.
Setup ayar seçeneği eklemek.	**CAM kısmından Setup ikonu tıklanıyınız..**
Kütük tanımlaması yapmak.	**Setup** seçeneğinde bulunan Stock menüsüne girerek **Relative Size Cylinder** seçeneği ile çap 76.20 ve boy 33.02 mm ölçülerindeki kütüğü tanımlayınız.
Kütük ölçülerini tanımlamak.	

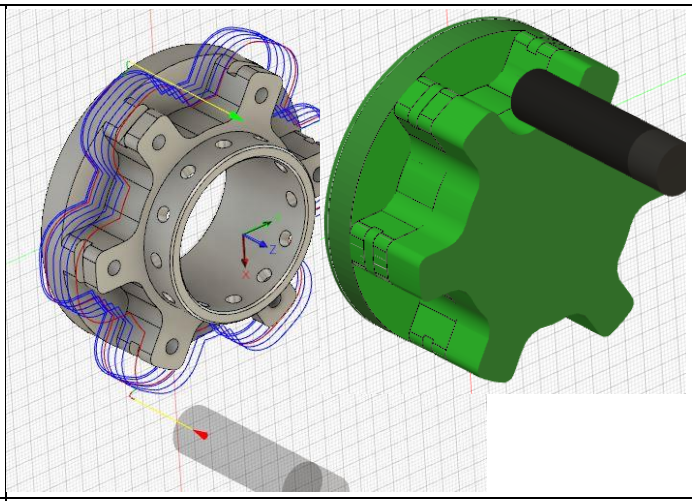
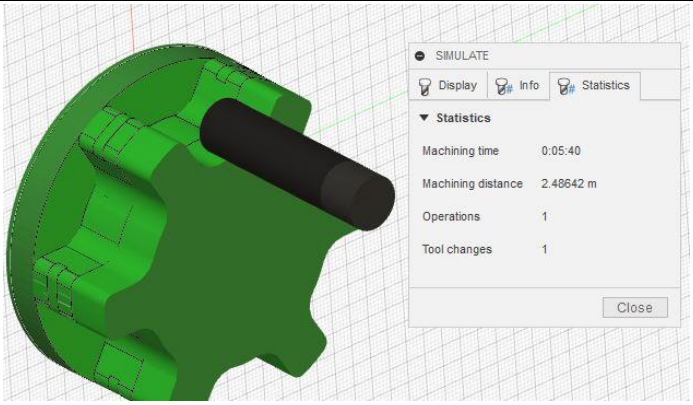
CNC Torna tezgâh seçimini yapmak.	**Setup** seçeneğinde bulunan **Machine** menüsüne girerek **Turning seçimi tıklanır.** 
Kesici seçimi yapmak	Ekrana bulunan **MANAGE** sekmesnden **Tool Library** penceresi seçilir. Ekrana gelen menüden **New Mill Tool** tıklanarak kesici ekleme menüsü aktiflenir. 
Kesici ölçülerini tabloya girmek.	Kesici menüsüden kesicinin çapını 8 mm, kesme boyunu 35 mm olarak ayarlayınız. 

Alın tornalma işlemi için kesiciye gerekli devir ve ilerlemeleri girmek. Geometri seçimi yapmak.	 
İşleme yükseklik değerlerini seçmek.	

Kesme değerlerini ve geçişleri seçmek.	
Talaş yüksekliği2bmm olacak şekilde takım yolu elde etmek.	

İşleme süresini öğrenebilmek. Alın tornalma için toplam süre 16 dakika 42 saniyedir.	
C eksen de 2d kontur tornalama işlemini yapmak.	Kesici çapı 8mm olan parmak freze takımını kütüphanesinden CAM ortamına çağrılır.
Kesici seçimi yapmak.	

2D Contour komutuile işlemek için kesiciye kesme değerleri vermek. İşleme geometrisi seçmek.	
2D Contour komutu ile C eksen tornalama değerleri vermek	

Simülasyon işlemi yapmak	
İşleme zamanı görmek	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Parçayı Cam uygulama örnekleri kütüphanesinden çağırdınız mı?		
2. Setup sekmesini seçtiniz mi?		
3. Kütük oluşturmak için Setup menüsünden **Stock Setup'**ı seçtiniz mi?		
4. Kütük değerlerini belirtilen ölçüde girdiniz mi?		
5. Setup menüsünden iş parçasının sıfır noktasını belirlediniz mi?		
6. Parçayı işlemek için 2D Adaptive seçeneğini seçtiniz mi ?		
7. Çapı 8 mm olan parmak freze kesicisini yeni kesici olarak eklediniz mi?		
8. İş parçasının işleme bölgelerini seçtiniz mi?		
9. Kesme yüksekliğini 2 mm olarak ayarladınız mı?		
10. 2D Contour işleme için çapı 8 mm parmak freze kesicisini kesici olarak seçtiniz mi?		
11. İşleme sınırı olarak parçanın dış konturunu seçtiniz mi?		
12. Simülasyon yaparak 2D Adaptive ve 2D Contour işleme operasyonlarını kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise **"Ölçme ve Değerlendirme"**ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME-2

1. Aşağıdaki işlemlerden hangisi **silindirik parça alnındaki freze bölgerini** işleme operasyonunu ifade etmektedir?

A) Face
B) 2D Adaptive Clearing
C) Turning Profile
D) Drill
E) Bore

2. Operasyon içinde paso tanımlama işlemi hangi seçenekten yapılmaktadır?

A) Passes
B) Geometry
C) Height
D) Linking
E) Edit

3. Aşağıdaki işlemlerden hangisi **Delik Delme** operasyonunu ifade etmektedir?

A) Face
B) Pocket
C) Face Profile
D) Bore
E) Drilling

4. Aşağıdaki işlemlerden hangisi Parça dışınaki değişik kenar ve konturları işlrme operasyonunu ifade etmektedir?

A) Profiling
B) Face
C) 2D countour
D) Drill
E) Drilling

5. Aşağıdaki işlemlerden hangisi parçanın **Alın Tornalama** işlemini ifade etmektedir?

A) Turning Face
B) 2D Adaptive Clearing
C) 2D Contour
D) Drill
E) Profiling

6. Aşağıdaki işlemlerden hangisi operasyonda canlı takım kullanılır ifade etmektedir?

A) Turning part
B) 2D Pocket
C) Cut
D) Drill
E) Face

7. CNC tezgahının hızlı (talaş kaldırmadan) hareketleri aşağıda belirtilen hangi seçenekte yapılmaktadır?

A) Stock Height
B) Top Height
C) Retract Height
D) Clearance Height
E) Edit Tool

8. Silindirik parçalara torna tezgahında (düz veya açılı – iç veya dış) **Diş Açmak** için aşağıda belirtilen hangi seçeneklerin hangisi?

A) Face
B) Bore
C) Engrave
D) Drilling
E) Thread

9. Aşağıdaki işlemlerden hangisi **2D Countpur işlemede tırnak bırakma** operasyonunu ifade etmektedir?

A) Reaming
B) 2d Pocket
C) Tap
D) Turning Chamfer
E) Thread

10. Aşağıdaki işlemlerden hangisi **Rayba çekme** operasyonunu ifade etmektedir?

A) Reaming
B) 2d Pocket
C) Tapping
D) Bore milling
E) Engrave

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız.

Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**E**
3	**B**
4	**C**
5	**D**
6	**A**
7	**D**
8	**E**
9	**B**
10	**E**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**A**
3	**E**
4	**C**
5	**C**
6	**B**
7	**D**
8	**E**
9	**C**
10	**A**

KAYNAKÇA

- Fusion 360 yardım menüleri
- Tophane M.T.A.L. CAM ders notları
- https://www.sandvik.coromant.com/tr-tr/knowledge/general-turning/pages/tool-set-up.aspx